This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

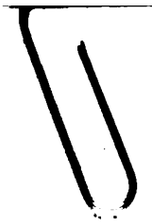
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0020 2453

591.48
E23



Untersuchungen

über

die vergleichende Anatomie des Gehirnes.

Von

Dr. **Ludwig Edinger** in Frankfurt a. M.

---

4. Studien über das Zwischenhirn der Reptilien.

Mit drei Tafeln.

Sonderabdruck aus den Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Band XX, Heft II.

FRANKFURT A. M.
IN KOMMISSION BEI MORITZ DIESTERWEG.
1899.

LIBRARY
LELAND STANFORD JUNIOR
UNIVERSITY

Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirnes.

Von

Dr. **Ludwig Edinger** in Frankfurt a. M.

4. Studien über das Zwischenhirn der Reptilien.

Mit drei Tafeln.

Dieser vierte Teil der Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie des Gehirns ist ziemlich gleichzeitig mit Teil 3 entstanden, welcher das Vorderhirn behandelt. Er schliefst sich direkt, gleichsam als zweites Kapitel an jenen an. Deshalb wird nicht noch einmal eine Übersicht über Material, Technik u. s. w. gegeben. Es sei nur kurz erinnert, dafs meine Angaben basieren auf etwa — jetzt — 100 Serien durch die Gehirne von 17 Arten, von denen meist Vertreter verschiedenen Alters vorlagen. Vieles, was an den älteren nur für das Vorderhirn benutzten Serien unsicher blieb, ist an neuen mit besonderer Schnittführung hergestellten Präparaten nun ermittelt worden. Sehr vieles ist mir auch erst klar geworden, nachdem meine Untersuchungen über das Zwischenhirn der Vögel, wo der Thalamus viel kräftiger ausgebildet ist, als bei den Reptilien, zu gewissem Abschlufs gekommen waren.

Was die Litteratur angeht, so sei nur erwähnt, dafs im wesentlichen die gleichen Arbeiten in Betracht kommen, die im vorigen Teile schon zitiert sind. Einzelnes soll an entsprechendem Orte noch referiert werden.

82956

Viel ist übrigens bisher nicht über den Thalamus der Reptilien ermittelt worden; kaum dafs die äufsere Form und einer oder der andere Kern richtig beschrieben worden sind. Das Meiste, was ich hier zu bringen habe und ziemlich Alles, was die Faserung angeht, ist neu.

Nur das Dach mit seinen Ausstülpungen, die Epiphyse etc. haben bekanntlich in den letzten zehn Jahren sehr eingehende Untersuchungen erfahren. Da gerade hier bereits mehrfach zusammenfassende Darstellungen gegeben worden sind, da ferner mein entwicklungsgeschichtliches Material nicht ausreichend ist, um weiter zu kommen, als die bisherigen Arbeiter, so wird in den folgenden Zeilen das Zwischenhirndach nicht besonders berücksichtigt werden.

Von den Ganglien des Zwischenhirnes sind nur zwei oder drei öfter beschrieben, von seiner Faserung, wenn man absieht von den Zügen, die zum Ganglion habenulae in Beziehung stehen, überhaupt kaum etwas mit genügender Sicherheit. Es lag wohl an der bisher angewendeten, durchaus ungenügenden Technik.

1. Äufsere Form. Einteilung. Wenn man ein Reptiliengehirn von aufsen her ansieht, entdeckt man vom Zwischenhirne nur dorsal die hier emporragende Epiphyse und ventral den Hypothalamus. Alles, was dazwischen liegt, ist vom Vorderhirnmantel einerseits, vom Tractus opticus, der über die ganze Thalamusaufsenfläche herabzieht, andererseits bedeckt.

Man kann die allgemeine Form ungefähr mit einem Ei vergleichen, das aufrecht und nach vorn geneigt aufgestellt ist. Der spaltförmig schmale Ventrikel zerlegt dies Ei auf seiner ganzen Breite in zwei Hälften. Vorn schliefst ihn die Lamina terminalis ab, dorsal der Plexus und die Epiphysenausstülpungen, ventral eine dünne Platte, welche mehrfach ausgestülpt den Boden des Hypothalamus bildet und caudal durch einen Spalt von dem Haubenwulst getrennt ist, der hier frontalwärts einragend, den Ventrikel bis auf die enge Spalte des Aquaeductus verengt. Fast immer verläuft sagittal längs der Ventrikelwand eine Furche, Sulc. med. thalami. Zu beiden Seiten des Ventrikels liegen die Thalamusganglien.

Die Nomenklaturkommission der anatomischen Gesellschaft hat — speziell auf die Arbeiten von His über die Entwicklung des Gehirnes beim Menschen gestützt — eine Einteilung der Zwischenhirnhälften vorgeschlagen, die auch für die niederen Vertebraten mit Vorteil acceptiert wird.

Die beiden Seitenhälften des durchschnittenen Eies — um bei dem einmal gewählten Vergleiche zu bleiben — sind das **Thalamencephalon**, an dem wieder der eigentliche Thalamus von dem dorsalen Abschnitte, dem Epithalamus, abgeschieden wird. Davon ventral liegt der **Hypothalamus.** Er umfafst das Chiasma, das Tuber cinereum, die Mamillaria und das Infundibulum.

Im Thalamus liegen die Thalamusganglien. Von vorn her tritt in ihn die Faserung aus dem Striatum, caudalwärts entläfst er Faserzüge in das Mittelhirn und das Cerebellum. Bei mehreren Arten (Schildkröten, Krokodil) existiert zwischen den Ganglien des rechten und des linken Thalamus eine mächtige zellführende Querverbindung, ein Ganglion, welches als Massa intermedia den Ventrikel überquert.

Der Epithalamus enthält in seinen Seitenteilen das Corpus habenulae, zusammengesetzt aus den beiden Ganglia habenulae. Zu ihnen zieht von vorn her die Taenia, die wesentlich aus dem Vorderhirn stammt. Hinter ihnen spannt sich die Commissura habenularum aus. Das Dach des Epithalamus bilden feine Epithelzüge, die zum Teil als Epiphysen sich dorsalwärts ausstülpen, zum Teil von Gefäfsen ventrikelwärts eingestülpt, die Schlingen des Plexus choroides bilden.

Seitlich liegt dem Thalamencephalon immer der weifse Tractus opticus auf. Die Nomenklaturkommission hat das zwischen Tractus und Thalamus liegende Ganglion geniculatum laterale und das Ganglion geniculatum mediale als Metathalamus abgetrennt. Für die Reptilien ist wegen des innigen Zusammenhanges des Geniculatum laterale mit der ganzen Thalamusmasse zunächst von dieser Abgrenzung Abstand genommen. Ventral von dem Markweifs, welches der Sehtractus über den Thalamus ausbreitet, tritt die graue Masse des Hypothalamus hervor. Sie wird an dem frontodorsalen Rande abgegrenzt durch den Zug zur Commissura postchiasmatica, welchen ich früher für eine ventrale Opticuswurzel erklären zu müssen glaubte. Man kann an dem spaltförmigen Hohlraum des Ventrikels, welcher herab in den Hypothalamus zieht, mehrere Aussackungen erkennen, welche die Hirnbasis hier ventralwärts etwas vortreiben. Frontal und immer etwas dorsal vom Chiasma liegt in der Medianlinie die allen Wirbeltieren zukommende Aussackung des Recessus opticus. Dann wird durch das Chiasma selbst und die mit ihm kreuzenden andersartigen Faserzüge der Zwischenhirnboden wieder dorsalwärts eingestülpt, und caudal von dieser Einbuchtung senkt er sich abermals zu dem flacheren und nicht scharf abgegrenzten Recessus infundibuli, der sich am caudalen Ende zu einem langen dünnen Infundibularsack ausstülpt. Dieser Saccus infundibuli liegt ganz direkt in einer Vertiefung der breiten

Hypophysis. Der Recessus infundibuli hat zwei kleine Recessus laterales, die aber eben nur angedeutet sind. Schliefslich folgt ganz caudal und medial der Recessus mamillaris. An allen Recessus wird die Basalwand des Hypothalamus nur von einer einfachen Epithellage gebildet, über welche da und dort Kreuzungszüge verlaufen. Lateral aber verdickt sich die Wand an verschiedenen Stellen zu wechselnder Stärke. Die Aufsenwand des Recessus infundibuli wird von der grauen Masse des Tuber cinereum gebildet. Sie verdickt sich gegen ihr caudales Ende hin zu den Mamillaria, flachen Höckern, die jederseits lateral vom Recessus mamillaris liegen. Diesen liegen dann noch etwas weiter lateral die Nuclei ectomamillares — (pedunculares Bellonci) — an, grofse, wohl abgegrenzte Ganglien, die an der ventrolateralen Seite des Gehirnes gut hervortreten. Sie liegen dicht vor dem tiefen Einschnitt, welcher das Mittelhirn vom Zwischenhirn trennt, direkt vor dem Austritt der Oculomotorii an der Hirnbasis.

Die graue Substanz dorsal von diesen Ganglien ist ziemlich mächtig. Sie geht dorsal direkt in die Haubenfaserung des Mittelhirnes und medial unmittelbar in das zentrale Höhlengrau über. Hier liegen noch zwei wichtige Kerne, der Kern des hinteren Längsbündels und der Nucleus hypothalamicus. Diese Gegend entspricht ganz direkt der Regio subthalamica bei den Säugern nach Lage und nach Aufbau ihrer Bestandteile.

1. Epithalamus.

Für den dorsalen Abschluss des Zwischenhirnes, die Plexus- und Epiphysenbildungen vergleiche man besonders die Arbeiten von Burckhardt,[1] von Leydig[2] und die gute Zusammenstellung von Sörensen,[3] wo die sehr reiche gesamte Litteratur gegeben wird.

Hier wird nur der Vollständigkeit in der Beschreibung halber als Wesentliches erwähnt, dafs caudal von den Plexusschlingen, welche als Verdünnung der Palliumwand dicht neben dem Fornix in den Ventrikel ragen, sich zwei Ausstülpungen befinden, die dorsalwärts gerichtet sind, die Paraphysen — es können gelegentlich drei vorkommen — und das Zirbelpolster, dafs diese den dritten Ventrikel überdachen und sich beiderseits an die Ganglia

---

[1] Burckhardt R. Die Homologien des Zwischenhirndaches und ihre Bedeutung für die Morphologie des Gehirnes bei niederen Vertebraten. Anat. Anz., Bd. 9, 1894.

[2] Leydig F. Zur Kenntnis der Zirbel und der Parietalorgane. Abhdl. d. Senckenbergischen Gesellschaft etc. 1895.

[3] Sörensen: The roof of the diencephalon in Journal of comp. Neurology, Bd. 3 und: Comparative study of the epiphysis and the roof of the diencephalon. Ibidem, Bd. 4.

habenulae anschliefsen. Diese Ganglien bilden ein Hufeisen, dessen Hohlraum eben von jenen häutigen Gebilden erfüllt und überdacht ist, dessen hintere Rundung von der Commissura habenularum gebildet wird. Hinter dieser Commissur erhebt sich das Zwischenhirndach zur Epiphysenausstülpung und dann geht es in die Platte der Commissura posterior über, die den Anschlufs an das Mittelhirndach vermittelt.

Bei den grofsen Schildkröten *Chelone midas* liegt die Commissur nicht ganz caudal. Es ragen vielmehr die beiden Seitenteile des Ganglion habenulae Flügeln gleich rückwärts über die Commissur hinaus, der sie dann aufsitzen, wie etwa die Adlerflügel dem Helme.

A. Corpus habenulae, Taenia und Tractus habenulo-peduncularis (retroflexus Meynerti). Tractus habenulo-diencephalicus. Tractus habenulo-periventricularis. Taf. I, Fig. 3—5, Taf. II, Fig. 3.

Das Corpus habenulae besteht bei allen Reptilien aus zwei Ganglien, einem frontalen und einem caudalen. Das caudale Ganglion umfasst aber von aufsen her das frontale, so dafs es ebensowohl als laterales Ganglion bezeichnet werden könnte.

Das frontale Ganglion enthält eine Menge ziemlich grofser Zellen, deren reiche dicke Ausläufer sich durch die Silberimprägnation nur schwer darstellen lassen. Ich könnte nur Unsicheres über sie aussagen. Die Zellen des caudalen Ganglions sind viel kleiner und hier enden besonders zahlreiche Endpinsel aus der Taenia.

Wenn man das Ganglion habenulae von vorn her betrachtet, etwa an einer Rekonstruktion, so erblickt man zwei Polster dicht nebeneinander jederseits. Es sind die vorderen Enden des caudalen und des frontalen Ganglions, die so liegen, weil das erstere das letztere umgreift. Nach hinten, der Rundung des Hufeisens, welches die beiden Seitenhälften bilden, näher, verdünnen sich die Wände, weil das frontale Ganglion Keulenform mit dem stumpfen Ende nach vorne hat. In die beiden Polster, das äufsere und das innere, münden Fasern aus der Taenia thalami ein. Diejenigen, welche dem lateralen Polster zustreben, gelangen übrigens nur zu geringem Teile in dessen Inneres, zu weitaus gröfserem begeben sie sich um das Ganglion herum in die Commissura habenularis.

Aus dem medialen Polster, vielleicht auch mit wenigen Fasern aus dem lateralen, entwickelt sich ein Faserzug, der durch das ganze Mittelhirn hindurch bis an dessen Basis verfolgt werden kann, der Tractus habenulo-peduncularis s. u.

Über die Zusammensetzung der Taenia thalami, unter welchem Namen ich alle von vorn her in das Corpus habenulae einstrahlenden Züge zusammenfassen will, ist schon in dem Abschnitte gehandelt, der das Vorderhirn beschrieb.

Hier sei nur daran erinnert, dafs im wesentlichen 3 Züge aus dem Vorderhirn sich abscheiden liefsen, der Tractus olfacto-habenularis aus dem caudalen Abschnitte der Hirnbasis, dem Nucleus taeniae etc., der Tractus transversalis taeniae, wahrscheinlich aus der gleichen Gegend, aber medial statt lateral in die Taenia tretend und der Tractus cortico-habenularis aus der Rinde des Pallium. Den erstgenannten Zug hat Herrick zuerst gesehen und richtig bis in die Commissura habenularis verfolgt, ebenso hat ihn Meyer beschrieben, den cortical entspringenden kennen ebenfalls beide Autoren. Es ist der einzige, den Herrick als Taenia bezeichnet und der gleiche, den Meyer Fornix longus nennen möchte. Auch das als vierter fraglicher Bestandteil der Taenia von mir im dritten Teile beschriebene Bündel aus der Commiss. ant. ist Herrick wohlbekannt. Wahrscheinlich geht dieser Zug übrigens nicht zur Taenia, sondern ist das Homologon des Commissurenteiles der Taenia semicircularis (s. Teil 3).

Der Verlauf des Tractus olfacto-habenularis taeniae ist in Teil 3 beschrieben.

Ebenda wird der Tractus septo-diencephalicus zum Teil geschildert. Dieser aus der Medialseite des Pallium stammende Faserzug tritt zunächst dicht an die Hirnbasis heran und umgreift dann die dort liegenden Züge des Tr. strio-thalamicus etc., um an die Aufsenseite des Gehirnes zu gelangen. Dann legt er sich dicht vor den Tr. opticus, mit dessen Fasern mittelhirnwärts ziehend. Das feinere Kaliber gestattet die Abscheidung von den Sehnervenfasern. An der Aufsenseite des Zwischenhirnes, nahe dem Anfange des Mittelhirndaches geht er, immer dünner werdend, verloren.

Ich möchte nur dem früher über den Tractus cortico-habenularis Gesagten noch Einiges zufügen. Bei *Lacerta ocellata*, von der ich inzwischen einige mächtige Exemplare schneiden konnte, erkennt man an Horizontalschnitten Folgendes. Die Palliumwand, welche sich dicht vor dem Zwischenhirn zum Plexus verdünnt, wird caudal von der Einstülpungsstelle desselben noch einmal stärker und verklebt hier mit dem Epithalamus. An dieser Stelle, deren morphologisches Verstehen mir schon früher bei anderen Reptilien immer viele Mühe gemacht hatte, tritt der Tractus cortico-habenularis aus dem Pallium ab zu der bereits mächtigen, aus einem medialen und lateralen Bündel gebildeten Taenia.

Die Taenia thalami hat bei den Reptilien einen nur ganz kurzen Verlauf. Sie löst sich, gleich nachdem die Faserarten sich zu einheitlichem Bündel gesammelt haben, wieder in den Ganglien des Corpus habenulae auf. Ein grofser Teil aber scheint direkt in die mächtige Commissura habenularis zu geraten. Sicher ist das nicht. Diese könnte auch neu aus den Ganglien entspringen. Ihre Zusammensetzung aus einem markhaltigen vorderen und marklosen, nicht immer vorhandenen caudalen Abschnitte ist früher geschildert.

Bei *Lacerta ocellata* sehe ich mit aller Sicherheit, was schon bei Alligator und anderen Echsen wahrscheinlich war, dafs nämlich aus den Fasern der Commissura

habenularis sich ein markhaltiges Bündelchen löst, welches in die Epiphysis eintritt.

Aufser der Taenia erhält das Ganglion habenulae noch andere Zuzüge. Ob sie da enden oder entspringen, das liefs sich bisher noch nicht sicher ermitteln. Golgi-Präparate zeigen nur, dafs ihre feinen Fasern in dem dichten Filz verschwinden, der jene Ganglien erfüllt. Es sind der Tractus habenulo-diencephalicus und Tractus habenulo-periventricularis. Aus unbekannten Teilen des fronto-basalen Thalamusabschnittes, vielleicht gar nicht aus Thalamusganglien, sondern aus einer der da liegenden Längsbahnen, zieht dicht vor dem Zwischenhirne ein bei grofsen Reptilien gar nicht unbedeutender Faserzug hinauf zum Ganglion habenulae, in das er nahe der Medianlinie von unten her eindringt; es ist der früher — Selachier, Amphibien — als Tractus Ganglii hab. ad diencephalon bezeichnete Zug, den man einstweilen mit dem besseren Namen Tr. habenulo-diencephalicus bezeichnen kann.

Bei vielen Reptilien, besonders schön bei *Chelone midas*, aber auch bei den anderen Schildkröten sichtbar, erkennt man, dafs aus dem zentralen Grau, das den Ventrikel umfafst, ein Faserzug feinsten Kalibers in das Ganglion sich nahe dem eben genannten Zuge einsenkt — Tr. habenulo-periventricularis. Taf. I, Fig. 5.

Tractus habenulo-peduncularis, Taf. I, Fig. 2, 3, 4, Taf. II, Fig. 1 u. 3, Taf. III, Fig. 1. Die grofsen Ganglienzellen im medialen Ganglion des Corpus habenulae, vielleicht aber auch die kleineren im lateralen Ganglion, entsenden ihre Achsencylinder basalwärts als geschlossenen, nicht durchweg markhaltigen Zug hinab bis zum Corpus interpedunculare. Der Tractus habenulo-peduncularis — Fasciculus retroflexus Meynerti früher genannt — ist von Köppen und von Herrick und zuletzt noch von P. Ramon gesehen worden. Ich finde ihn bei allen Reptilien, sehe aber, dafs noch bis hinein in das postembryonale Leben einzelne marklose Fasern vorkommen. Der ganze Zug wendet sich von der Basis des Corpus habenulae ab rückwärts und abwärts, zieht an der caudalen Oberfläche des Nucleus rotundus thalami, dieser dicht anliegend, herab und macht nun jederseits einen sehr flachen, nach aufsen konvexen Bogen. So kommt es, dafs die Fläche, welche von beiden Tractus umgrenzt wird, der sagittalen Schnittfläche eines Eies gleicht. Caudal vom Oculomotorius, am Corpus interpedunculare angelangt, welches an der Basis des Hinterhirnes ganz medial hervorragt, wenden sich aus beiden Tractus die Züge medialwärts und splittern sofort zu feinen Zweigen auf, die mit denen der anderen Seite kreuzen, um dann, wie es scheint, frei zu enden. Kleine Ganglienzellen liegen da, aber es gelang nie recht eine derselben durchweg

so zu imprägnieren, dafs man über ihre Beziehungen zu den Endpinseln des Tractus habenulo-peduncularis Klarheit gewinnen konnte. Für die Knochenfische hat Gehuchten, für die Reptilien und die Säuger hat S. Ramon y Cajal das gleiche Verhalten der Tractusenden, das Aufsplittern und Überkreuzen der Endbüschel angegeben.

2. Thalamus.

Die zahlreichen Ganglien, welche den Thalamus aufbauen, waren bisher nur zum allergeringsten Teile bekannt. Wenn ich versuche hier eine Darstellung von dem zu geben, was ich bisher ermitteln konnte, so geschieht es nach jahrelangem Zögern. Ich zögerte deshalb, weil ich mir voll bewufst bin, dafs ich nur Stückwerk bringe, ich veröffentliche aber was ich weifs, weil ich den Nacharbeitenden ein leichteres Vorankommen sichern möchte, als es mir beschieden war. Die Ganglien lassen sich topographisch schildern, man kann ihnen Namen geben, die ich gleich von vorneherein als vorläufige bezeichnen möchte und man kann von einigen die Faserbeziehungen schon darstellen. Was aber nicht möglich ist und auch unerfüllbar bleibt, so lange nicht bessere Methoden erfunden werden — namentlich solche, die auf der Degeneration basiren — das ist die völlige Erkenntnis all der feinen Fasernetze, die neben den groben Zügen den Thalamus da und dort erfüllen.

Stieda hat zuerst im Thalamus einen grofszelligen runden Kern erkannt und Alle, welche sich nach ihm mit diesem Hirnteil beschäftigten, haben ihn wiedergefunden. Nucleus rotundus thalami, Thalamus, Nucleus magnus etc. ist er genannt worden. Köppen sah aufser diesem noch den „Ventralkern", eine Anhäufung grofser Ganglienzellen an der Thalamusbasis, die Bellonci schon früher richtig in ihren Faserbeziehungen geschildert und als „Nucleus peduncularis" bezeichnet hatte. Bellonci sah den grofszelligen Kern, der im Bereiche des Tractus strio-thalamicus — liegt. Nucleus entopeduncularis mihi, den grofsen Thalamuskern und den Nucleus praetectalis, letzteren bezeichnet er als Nucleus posterior des Thalamus. Bellonci's klassische und noch immer nicht genügend gewürdigte Arbeit über den Ursprung des Opticus bei den Vertebraten[1] schildert dann noch das „Geniculatum thalamicum", ein mächtiges Ganglion, das aufsen seitlich am Thalamus liegt. Auch Köppen hat es wiedergefunden. Meine eigenen Untersuchungen und die von P. Ramon y Cajal bestätigen völlig die Beziehungen zum Opticus, welche Bellonci nur zögernd ausgesprochen hatte.

[1] Bellonci, G.: Die zentrale Endigung des Nervus opticus bei den Vertebraten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1888, Bd XLVII.

C. L. Herrick hat dann an einer Reihe von Serienschnitten, die er von verschiedenen Reptilien angefertigt hat, mehrere Kerne im Thalamus namhaft gemacht. So den „Nucleus centralis“, den er andere Male als „Geniculatum“ — beim Alligator — bezeichnet und der offenbar identisch ist mit dem „grofsen Thalamuskern“ Stiedas. Dann ein „Nidulus infrahabenaria“, dessen Identifizierung mir nicht gelungen ist, weil H's. Abbildungen und Beschreibung nicht ausreichen, ein Nidulus subthalamicus und einige andere, welche er weder benannt, noch so scharf gezeichnet hat, dafs man sie wieder finden könnte. Auch Bellonci's Geniculatum ist H. nicht entgangen. Es erscheint in seinen Arbeiten als „Homologon der Substantia nigra.“

Möge dieser fleifsig um die vergleichende Anatomie des Gehirnes bemühte Autor es mir verzeihen, wenn ich hie und da etwa von ihm Beschriebenes nicht richtig erwähne. Sein Text ist so kurz und in seinen Abbildungen fehlen so oft die nötigen Hinweise, dafs mir nicht überall klar geworden ist, was er meint. Herrick schildert nie, oder selten nur, zusammenhängend, er beschreibt meist Schnittbilder und überläfst dem Leser die unter den erwähnten Umständen allzu schwere Synthese. Ich habe mich redlich bemüht, seine Arbeiten zu durchdringen, aber ich glaube, dafs er von dem Auffassungsvermögen seiner Leser eine allzu hohe Meinung hat. Seine Beschreibungen und Abbildungen reichen für mich nicht aus. Vielleicht wechselt der Autor auch manchmal in der Namengebung, wie das ja erklärlich wäre, da seine Arbeiten sich über Jahre hinziehen und auf vorher fast Unbekanntes erstrecken. Jedenfalls hat Herrick mehrere Kerne im Thalamus erkannt. Über die Faserung — soweit der Thalamus allein in Betracht kommt — finde ich fast nur bei ihm etwas.

Die sensorischen Stile, meint er, zersplittern und verbinden sich — break up in connection — mit dem Nidulus centralis. Die anderen Ganglien, die infrahabenularia, die geniculata, das Nidulus subthalamicus erhalten nur zerstreute Fasern. Ein Teil dieser Fasern geht zu einem dichten Flechtwerk am frontalen Ende des Mittelhirnes, das er mit dem Nucleus ruber identifiziert.

O. D. Humphrey[1] und Susanna Phelps Gage,[2] welche unter Wilders Leitung arbeiteten, sind, soweit die Thalamusganglien und Faserungen in Betracht kommen,

[1] O. D. Humphrey. On the brain of the snapping turtle; *Chelydra serpentina*. Journal of Comp. Morphology, Vol. 4, 1894.

[2] Susanna Phelps Gage. Comparative Morphologia of the brain of the soft shelled turtle, *Amyda mutica* and the english sparrow, *Passer domesticus*. Proceedings of the American Microscopical Society, Vol. 17, 1895.

über Herricks Angaben nicht hinausgekommen. Der erste giebt eine etwas eingehendere Beschreibung, aus der hervorgeht, dafs er aufser den erwähnten Ganglien auch den Nucleus anterior bei einer Schildkröte — *Chelydra serpentina* — gesehen hat. Aus den spärlichen Bemerkungen von Frl. Phelps Gage möchte ich nur hervorheben, dafs sie die dicke Mediancommissur im Zwischenhirn genau beschreibt, welche die Schildkröten haben. Der darin liegende Kern und seine Faserung sind ihr aber entgangen.

Aufser diesen Angaben giebt es nur noch einige wenige bei Köppen[1] über die Kerne und die Faserung des Zwischenhirnes.

Köppen beschreibt aufser dem Geniculatum nur noch den grofsen runden Thalamuskern. Aber er kennt schon die Faserung, die aus dem Thalamuskerne in das Vorderhirn zieht und er hat erkannt, dafs Fasern aus caudaleren Teilen irgendwo im Thalamus enden, seine „Lamina medullaris thalami", die rückwärts in den „Gruppenstrang" übergeht. Auch den Faserzug aus dem Striatum zu weiter caudal liegenden Gebieten — rundes Bündel — beschreibt er. Ebenso den Tractus aus dem Vorderhirn zum Tuber cinereum. Die Decussatio transversa, caudal vom Opticus, scheint ihm mit den „Hirnschenkeln" zusammenzuhängen, unter welchem Namen er die Gesamtheit der dem Vorderhirn entfliefsenden Bahnen versteht. Der von mir früher als basale Opticuswurzel beschriebene, aus dem Ectomamillare stammende Zug ist ihm bekannt — „accessorische Opticusfasern".

Schliefslich haben wir im letzten Jahre eine vortreffliche Monographie des Chamäleongehirnes durch Pedro Ramon[2] erhalten.

Er hat mehrere Thalamuskerne erkannt. Unter dem Opticus liegt das Geniculatum thalamicum Belloncis, in dem ein unterer, mittlerer und oberer Kern unterschieden und nach Zellform etc. näher beschrieben werden. In alle drei Abteilungen dringen massenhafte Collateralen aus dem Tractus ein. Die Achsencylinder der mannigfachen Zellen sind medialwärts gerichtet und konnten nicht mit Sicherheit über den Thalamus hinaus verfolgt werden. P. Ramon vermutet, dafs sie sich dem Pedunculus cerebri anschliefsen und so eine Bahn zum Grofshirn darstellen. Dem Geniculatum wird noch ein Kern zugeteilt, der als „innerer Kern" bezeichnet wird, weil er wesentlich tiefer in den Thalamus ein-

[1] M. Köppen. Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Centralnervensystemes der Wirbeltiere. Morphologische Arbeiten, herausgegeben von G. Schwalbe, Bd. 1, H. 3.

[2] P. Ramon. Estruttura del encefalo del cameleon. Rivista trimestrial micrografica, Vol. 1, 1896, S. 46.

gebettet liegt. Er wird etwa im Niveau der frontalsten Fasern der Commissura anterior gefunden und entspricht wahrscheinlich dem, was unten als Nucleus praetectalis bezeichnet wird. Der Achsencylinder von einigen Zellen dieses Kernes konnte medialwärts zu einem „Stil des Kernes“ verfolgt werden. An dem grofsen runden Thalamuskern wird nicht nur die Einstrahlung des Tr. strio-thalamicus so beschrieben, wie ich sie auch geschildert, sondern der Autor hat auch erkannt, dafs diesen Kern ein Bündel lateral verläfst, dessen Fasern er in Collateralen des Opticus verfolgen will. Es handelt sich hier um den unten zu schildernden Tractus thalamo-tectalis, soweit die Abbildungen eine Identifizierung ermöglichen.

Schliefslich erwähnt P. Ramon noch, dafs er die Fasern der Decussatio transversa verfolgt hat bis zu einem kleinen, an der dorsalen Aufsenseite des caudalen Thalamusgebietes liegenden Kerne.

Die medialen Opticusfasern faſst er mit denjenigen der Decussatio transversa zusammen als „Fibrae optico-commissurales“.

Durch diese und meine eigenen früheren Untersuchungen, namentlich auch durch denjenigen Teil derselben, welchen ich bereits früher veröffentlicht habe,[1] ist Folgendes zunächst nachgewiesen: In die Thalamusganglien dringen vom Grofshirn her ein die Radiatio strio-thalamica, und der Tractus cortico-mamillaris des Fornix. Aus den Thalamusganglien stammen Züge, die in bisher nicht gesonderter Weise rückwärts ziehen, um im Mittelhirn, der Oblongata, vielleicht auch im Rückenmarke zu enden. Im Thalamus selbst sind bisher nur abgeschieden der grofse runde Kern, das mehrgeteilte Geniculatum direkt unter dem Opticus, das zentrale Höhlengrau und unbestimmte, jenen grofsen Kern umlagernde Kernmassen.

Übersieht man all dieses und bedenkt man, dafs so viele Forscher sich mit dem Thalamus der Reptilien beschäftigt haben, so meint man, dafs das Meiste bekannt und dafs ein recht einfacher Bau hier zu erwarten sein dürfte.

Dem ist aber nicht so. Der Reptilienthalamus ist bereits ein recht kompliziertes Gebilde. Man vermag mindestens 12—13 Ganglien auf jeder Seite abzuschneiden und braucht dabei noch keineswegs auf unsicher Abgrenzbares Rücksicht zu nehmen. Alle diese Ganglien stehen in ganz bestimmten Beziehungen zur Faserung, die sich bei allen Reptilien in gleicher Weise wiederholt.

[1] Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane der Tiere und des Menschen. 5. Auflage, Leipzig 1896.

I. Thalamus.

1. Nucleus anterior thalami. Tractus thalamo-mamillaris. Taf. I, Fig. 3—5. Taf. II, Fig. 3—4.

Eine kleine rundliche, am ventralen Ende nicht scharf abgrenzbare Ganglienmasse, die direkt hinter der Schlufsplatte liegt, auf Frontal-Schnitten erscheint, wenn man die Commissurengegend des Vorderhirnes überschritten hat. Von unten und vorn her nimmt sie einige Fäserchen des basalen Vorderhirnbündels auf. Sie entläfst einen nur aus wenig Fäserchen bestehenden Zug ventralwärts, den Tractus thalamo-mamillaris. Dieser zieht, dem Fornix ganz benachbart und oft nur bei sehr vorsichtiger Untersuchung von diesem zu trennen, ventralwärts und konnte, auf Sagittalschnitten — Eidechse, Tropidonotus, Python, Emys — bis an das Mamillare des Hypothalamus verfolgt werden. Das gleiche Bündel ist bei Vögeln und Säugern nachweisbar, bei den letzteren als Viq d'Azyr'sches Bündel bekannt.

Bei *Chelone* vermag ich im Nucleus anterior noch eine laterale von einer medialen Abteilung zu scheiden und sehe in die laterale Fasern aus der benachbarten Rinde des Vorderhirnes herüberziehen. Doch ist hier eine Verwechslung mit den in gleicher Richtung ziehenden Fasern des Tr. cortico-habenularis zur Taenia nicht absolut ausgeschlossen. Zur weiteren Nachprüfung fehlt mir augenblicklich das Material. Eine solche wäre aber sehr erwünscht. Denn es handelt sich hier um die einzige Stelle, wo ich Fasern aus dem Vorderhirnmantel in ein Thalamusganglion treten sah. Bei den Säugern ist bekanntlich eine sehr innige Beziehung des Mantels zu den Thalamusganglien da. So erscheint es wichtig zu ermitteln, wo in der Tierreihe sie sich zuerst einstellt und an welches Thalamusganglion sie zunächst anknüpft.

2. Nucleus rotundus thalami. Endigung des basalen Vorderhirnbündels. Tractus thalamo-tectalis. Taf. I, Fig. 2—5. Taf. II, Fig. 3—6.

Dieser mächtige Kern ist bei allen Reptilien vorhanden und auch am häufigsten in den Beschreibungen erwähnt. Er liegt caudal von dem Nucleus anterior, an der Stelle der gröfsten Thalamusausdehnung, ist eiförmig und sehr wohl abgegrenzt. An vielen Stellen seiner Peripherie erkennt man feine Spalten, so dafs man den Eindruck bekommt, dafs der Kern von einem mächtigen Lymphhohlraum umgeben sein möchte. Der Nucleus rotundus ist der gröfste Kern des Reptiliengehirnes und durch seine Lage, durch seine Zellform und durch das Verhalten der Faserung sehr wohl charakterisiert. Er nimmt von unten und vorn her die Hauptmasse des basalen Vorderhirnbündels — Tractus strio-thalamicus — auf und entsendet lateral einen nicht unbeträchtlichen Zug, der wahrscheinlich im Tectum opticum endet.

Dieser Kern ist aufgebaut aus ganz grofsen multipolaren Zellen. Die Dendriten (Golgimethode) breiten sich weithin aus und verästeln oft erst lange nach Abgang von dem Zellkörper. Der Neurit gelangt wohl immer in das lateral aus dem Kerne entspringende,

nachher zu beschreibende Bündel. Wenigstens hatte er in den wenigen Fällen, wo er verfolgbar war, diesen Verlauf. Aufserdem ergiebt die Markscheidenfärbung, dafs die Mehrzahl der aus dem Kerne austretenden Fasern in gleicher Richtung zieht. Der Lymphraum um den Kern wird durchbrochen von zahllosen eintretenden dicken, markhaltigen Nervenfasern des basalen Vorderhirnbündels und von den dünneren des Tractus thalamo-tectalis. Aufserdem aber passieren ihn noch zahllose Dendriten aus Zellen, die um den grofsen runden Kern zerstreut herum liegen. Sie entstammen dem Nucleus diffusus thalami. Der ganze Raum, den der Kern mit seinen grofsen Zellen einnimmt, ist von einem Flechtwerk markhaltiger Nervenfasern durchsponnen. Sie entstammen zu allermeist dem basalen Vorderhirnbündel. Dieser mächtige Faserzug aus dem Striatum endet nämlich in den Ganglien des Zwischenhirnes bis auf einen geringen Bruchteil. Deshalb mag er in seiner Gesamtheit als Radiatio strio-thalamica bezeichnet werden. Es ist übrigens (Degenerationsversuche an Vögeln) sehr wahrscheinlich, dafs die Rad. str.-thal. auch Fasern enthält, welche im Hirn entspringen und im Grofshirn enden.

Radiatio strio-thalamica. Auf fast allen Abbildungen der Taf. I.

An der lateralen Seite der Hirnbasis dicht medial vom Tractus opticus und der Taenia zieht diese Fasermasse, wie ich es früher schon beschrieben habe und wie es von Allen, die nachher hier gearbeitet haben, bestätigt wurde, in den Körper des Zwischenhirnes hinein. Ich sehe nun, wie sie sich in mehrere Züge spaltet. Der dorsalste Zug ist derjenige, welcher die stärksten Nervenfasern enthält und welcher auch in seiner Gesamtheit der stärkste ist. Er sondert sich in der Höhe, wo das Bündel über das Chiasma wegzieht, von der Gesamtmasse, und senkt sich, nachdem er nur wenig Fasern in den Nucleus anterior abgegeben hat, von unten und auch von vorne her in den grofsen Thalamuskern. Hier splittern seine Fasern rasch auseinander und gehen in jenem markhaltigen pericellulären Geflechte verloren.

Im Nucleus thalami ant., ebenso im Nucleus rotundus und im Nucleus diffusus thalami sah ich ungeheuere Massen von Endpinseln, die höchst wahrscheinlich aus der Rad. strio.-thal. stammen. Das ganze Kerninnere ist davon erfüllt.

Einer meiner Alligatoren war durch den unfertigen Stand seiner Markscheidenbildung sehr geeignet zur Verfolgung des markhaltigen Radiatio strio-thalamica. Man erkannte an den Serienschnitten leicht, dafs aus dem basalen Vorderhirnbündel fortwährend Fasern dorsalwärts in die Kerne des Thalamus abgegeben werden. Ein Tractus anterior endigt im Nucleus anterior, ein Tractus medius im Nucleus rotundus, ein Tractus internus im Nucleus diffusus und ein Tractus lateralis in den zerstreuten Zellen des caudalen Geniculatum-Abschnittes. Je weiter man caudalwärts kommt, um so dünner wird das stark faserige Bündel. Es bleibt aber immer an derselben Stelle liegen, bis man im vorderen Drittel des Mittelhirns den Rest der noch vorhandenen Fasern ventralwärts ziehen und zwischen den Ganglien an der Basis des Mittelhirndaches verschwinden sieht. Dieser Rest ist übrigens hier noch so stark, dafs er vermutlich noch eine Strecke weiter caudalwärts reicht. Nur experimentell degenerative Untersuchungen werden hier Klarheit bringen.

Tractus thalamo-tectalis. Taf. I, Fig. 3 u. 5.

Aus dem runden Kern entspringt lateral und frontal ein beträchtliches Faserbündel in der ganzen Breite des Kernes. Seine Züge ziehen direkt lateralwärts in der Richtung nach der Aufsenfläche des Thalamus, die vom Opticus bedeckt ist. Ehe sie diesen erreichen, sind sie längst zu einigen kleinen Bündelchen gesammelt, die hier noch das zwischen Tractus und Thalamus liegende Geniculatum durchbohren, resp. zwischen seinen einzelnen Abteilungen passieren. Schliefslich sammelt sich das Ganze ziemlich ventral, dicht medial vom Opticus und zieht mit diesem mittelhirnwärts. Aber die Fasern bleiben nicht beim Sehnerven, sie nehmen nicht an dessen Ausbreitung über dem Mittelhirndache teil, spalten sich vielmehr innerhalb der Mittelhirnbasis schon ab und gehen bei den Reptilien hier verloren innerhalb der zahlreichen und mächtigen Längszüge, welche dichtgedrängt die Basis einnehmen. Ich bin nun in der glücklichen Lage dennoch den Endpunkt angeben zu können. Bei Vögeln nämlich existiert ganz der gleiche Faserzug. Er entstammt dem gleichen Kerne, sammelt sich ebenfalls lateral und kann ebenfalls bis in das Mittelhirn verfolgt werden. Dort nun ist er bei den relativ gröfseren Gehirnen auch stärker und man erkennt ohne Mühe, dafs er in das Mittelhirndach, Tectum opticum, eingeht. Natürlich habe ich, nachdem diese Erkenntnis einmal bei Vögeln erlangt war, die Reptilienpräparate von neuem geprüft. Eine direkte Verfolgung ist wieder nicht gelungen; es sprachen aber alle erkannten Bruchstücke dafür, dafs nicht nur Ursprung und erster Verlauf, sondern auch Endigung bei Reptilien die gleichen sind wie bei den Vögeln. Da die Fasern bei Tauben vom Mittelhirne aus zur Entartung gebracht werden können, wäre wohl der Name Tr. tecto-thalamicus vorzuziehen.

Bei dem jugendlichen Alligatoren war der Tractus thalamo-tectalis, der einzig markhaltige aus dem Thalamus.

Es soll schliefslich erwähnt werden, dafs bei Schildkröten und Eidechsen ein Faserzug erkannt wurde, der aus der Gegend des Nucleus rotundus stammend caudalwärts zieht, um, wie es scheint, im Ganglion Isthmi, einem Körper dicht caudal vom Cerebellum an der Flügelplatte des Hinterhirnes gelegen, zu enden. Faserverfolgung ohne Vereinfachung der Präparate — degenerative oder entwicklungsgeschichtliche — ist aber in diesen Gegenden ganz unsicher. Ich verzichte deshalb zunächst auf eine Benennung, da ich über das Ende nicht völlig klar und sicher geworden bin, auch den Zug nicht bei anderen Reptilien wiederfinden konnte.

3. Nucleus diffusus und Nucleus reuniens. Taf. I, Fig. 1—5, Taf. II, Fig. 6.

Unter dem ersteren Namen sollen die zerstreuten Zellen zusammengefafst werden, welche in der frontalen Thalamushälfte zwischen den erwähnten geschlossenen Kernen überall

liegen. Namentlich in der nächsten Umgebung des Nucleus rotundus findet man ihrer sehr viele. Es sind relativ grofse multipolare Gebilde mit sehr reichen, langen, gut aufgezweigten Dendriten. Ein feinstes Flechtwerk zum guten Teil markhaltiger Nervenfasern umgiebt diese Zellen des zerstreuten Kernes. Verlauf, Herkunft und Faserbeziehungen sind mir ganz unklar geblieben. Der Nucleus diffusus ragt dorsalwärts bis dicht unter das Corpus habenulae und ventral bis an die Mamillaria und den Tuber. Er ist am besten erkennbar in der Umgebung des Nucleus anterior und frontal vom Nucleus rotundus.

Es scheinen viele dünne Fasern, die von hinten kommen, hier zu enden.

Bei den Schildkröten und bei den Sauriern, auch bei einigen Schlangen, treten die Massen des Nucleus diffusus dicht hinter dem Nucleus rotundus von beiden Seiten her über die Mittellinie hinweg miteinander in Verbindung. So entsteht eine Querverbindung,[1] welche den dritten Ventrikel in einen ventralen und einen dorsalen Abschnitt teilt, eine echte Commissura mollis. Sie fehlt den Eidechsen. Beim Alligator und Krokodil liegt nun mitten in den relativ spärlichen Nervenzellen, welche sich hier in der Brücke befinden, ein mächtiger, wohl abgeschlossener Kern, der Nucleus reuniens. Er hat grofse multipolare Ganglienzellen und entsendet nach jeder Seite markhaltige Nervenfasern, die weithin, bis nahe an die Peripherie des Zwischenhirnes treten, dann aber der Verfolgung verloren gehen. Taf. I, Fig. 1—5.

Es handelt sich hier nicht um ein echtes Homologen der Commissura mollis. Denn diese ist bei den Säugern nicht kernhaltig, wird auch ausschliefslich vom zentralen Höhlengrau gebildet. Natürlich nimmt dies letztere auch — überziehend — an der Bildung der Querplatte teil, weil es ja überall den Ventrikel auskleidet.

4. Stratum griseum periventriculare und Kern des zentralen Höhlengraues. Taf. I, Fig. 1—5. Taf. II, Fig. 6.

Die breite enge Spalte des Reptilienventrikels ist zunächst von dem bekannten langgeschwänzten Epithel ausgekleidet, das jetzt bei allen niederen Vertebraten hier gefunden ist. Seine Endfäden ziehen an vielen Stellen bis hinaus zur Zwischenhirnoberfläche. (Golgi-Methode.)

Ich habe oft gesehen, dafs über die äufsere Hirnoberfläche hinaus eigentümliche, etwa becherähnliche Gebilde reichen, die zunächst wie Verbreiterungen jenes Endes der Epithelfäden aussehen, von denen aber einige den Eindruck machen, als hingen sie gar nicht mit den Zellendfäden zusammen. Sicher ist das natürlich nie, weil immer der Zellendfaden

[1] Bei *Python* zuerst von Rabl-Rückhardt beschrieben: Einiges über das Gehirn der Riesenschlange. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1894, Bd. LVIII.

abgeschnitten in einer anderen Ebene liegen kann. Diese merkwürdigen Gebilde, welche also auf der Hirnoberfläche liegen und Nägeln gleich mit ihrem Schwanz in das Gehirn ragen, erscheinen nur bei Golgi-Behandlung. Defshalb ist die Möglichkeit von Artefakten-Silberablagerungen auf zarten Gliafädchen, die etwa über die Hirnoberfläche ragen, wie es nach Weigert am menschlichen Gehirn beobachtet wird, nicht von der Hand zu weisen. Aber man mufs doch auch an die Möglichkeit denken, dafs hier Sinneszellen liegen, die direkt mit dem Gehirn in Verbindung stehen. Neuprüfungen, besonders mit der Methylenblau-Methode, wären sehr erwünscht.

Direkt nach aufsen vom Epithel folgt eine feinfaserige, warscheinlich aus echter Glia gebildete Schicht, es reiht sich dann eine Schicht rundlicher kleiner Zellen an, eine Platte eigentlich, wenn man die Gesamtheit betrachtet. Diese Platte ist nicht überall gleich dick, zeigt vielmehr auf Schnitten lateral wellenförmige Kontur. Dann erst folgt weiter aufsen der gesamte Kernapparat des Thalamus. Ich bezeichne deshalb die ganze Formation als Stratum griseum periventriculare. Bei den Schildkröten ist es besser entwickelt als bei den anderen Reptilien Dorsal setzt sich das zentrale Grau direkt in das vordere Ganglion des Corpus habenulae fort. Ventral kleidet es die Seitenwände des Hypothalamus aus.

Mitten in dieses Stratum griseum ist eine Platte eingelagert — Kern des ventralen Höhlengrau —, die aus grofsen Zellen besteht, so grofsen, dafs sie sofort auf dem Schnitte in das Auge fallen. Bei den Schildkröten ist sie am mächtigsten ausgebildet, aber auch bei den Eidechsen, den Schlangen und dem Alligator ist sie nachweisbar. Bei den Eidechsen haben die Zellen schöne Pyramidenform, bei den Schildkröten erschienen sie — Konservation? — mehrfach multipolar, andere Male notierte ich „keulenförmig“. Imprägnationen mit Silber erhielt ich von dieser tief liegenden Stelle keine.

Bei den Schildkröten giebt es ventral von der erwähnten Kernplatte noch eine kleinere im zentralen Grau. Sie hat auch kleinere Zellen und sendet Achsencylinder lateralwärts. Bei *Tropidonotus* ist der Kern des zentralen Höhlengraues besonders kräftig entwickelt. Man kann in ihm mindestens dreierlei Zellarten unterscheiden: Grofse und kleinste spindelförmige mit ihrer Längsachse dorso-ventral gestellte Zellen, rundliche kleine mit fraglichen kurzen Ausläufern und gröfsere hellblassig aussehende.

5. Nucleus entopeduncularis. Taf. I, Fig. 3.

Lateral vom basalen Vorderhirnbündel, zum Teil auch in seine Faserung eingebettet, liegt ein langgestreckter, bis an den Mittelhirnanfang verfolgbarer Kern, der aus sehr grofsen multipolaren Zellen besteht. In der Höhe des Chiasma etwa ist er am stärksten entwickelt.

— *Tropidonotus* — aber in den davon caudalen Ebenen entfernt er sich allmählich ventralwärts tretend von der Faserung des Vorderhirnbündels und liegt dicht über dem Tractus opticus.

Bei den Eidechsen sehe ich, dafs die Achsencylinder aus diesem Kerne dorsal und caudal ziehen. Hier bildet der Kern eine gut geschlossene Zellmasse.

6. Ganglion subopticum oder Corpus geniculatum laterale. Taf. I, Fig. 2—5.

Unter dem Tractus opticus, welcher an der Aufsenseite des Thalamus vom Mittelhirndache her herabkommend, dahinzieht, liegt eine dünne Platte von eigentümlichem Bau, das Ganglion subopticum. Sie ist breit genug um den ganzen Thalamus zu bedecken. So ragt sie dorsal bis fast in die Höhe des Epithalamus, ventral erreicht sie den Tuber und caudal schliefst sie da ab, wo das Mittelhirndach auf Schnitten erscheint. Ihr dorsocaudalstes Gebiet geht in das mittlere Grau des Tectum opticum direkt über.

Dies Ganglion ist eine Endstätte des Sehnerven. Man sieht an Golgi-Präparaten (P. Ramon hat das auch beschrieben) prachtvolle Endpinsel aus dem Opticus überall in es eintreten. Sie gelangen zwischen die noch dichteren Dendritenpinsel aus grofsen konischen, multipolaren Zellen, welche in enger Reihe, etwas ab von der Medialfläche des Ganglions angeordnet liegen.

Der Zellkontakt an dieser Stelle ist sehr ähnlich und im Wesen sogar völlig gleich demjenigen, welcher zwischen den Riechnervenfasern aus dem Bulbus olfactorius und den Dendriten aus den Bindenzellen des Lobus olfactorius statthat (Golgimethode).

Pedro Ramon, der dieses Ganglion beim Chamäleon untersucht hat, möchte, wie oben mitgeteilt wurde, drei Einzelabteilungen an ihm unterscheiden, die durch eintretende Faserbündel getrennt sind. Das ist in der That bei mehreren Reptilien der Fall, andere Male aber bildet das Ganze doch eine fast einheitliche Platte und es scheint mir deshalb kein Grund vorzuliegen hier eine Teilung vorzunehmen, zumal auch der verdiente spanische Autor für alle Abteilungen ziemlich die gleichen Faserbeziehungen konstatiert. Das, was er als vierte Abteilung bezeichnet, ist wahrscheinlich identisch mit unserem Nucleus anterior oder mit demjenigen der Decussatio transversa.

Die Achsencylinder der Geniculatumzellen gehen an der Seite ab, welche dem Opticus abgewendet ist. Ich konnte sie an Golgi-Präparaten meist nur auf ganz kurze Strecken verfolgen. An Weigert-Präparaten aber erkennt man unschwer, dafs sich im Inneren der leicht gekrümmten Hohlplatte, welche das Ganglion bildet, ein Faserzug sammelt, welcher aus dem

Ganglion stammt, markhaltig ist und nun rückwärts und aufwärts zieht, um am frontalen Ende des Tectum opticum in dem da liegenden Fasergewirr verloren zu gehen. Dieses Bündel mag zunächst als „Stil des Geniculatum“ resp. Ganglion subopticum, bezeichnet werden. Wo der Stil endet, weifs ich — die Mängel meiner Methoden immer von neuem bedauernd — nicht.

Er zieht jedenfalls rückwärts aufwärts. Dabei hat er die Fasern des basalen Vorderhirnbündels an seiner medialen, die Ganglienformation an seiner lateralen Seite. Im Bereiche des Nucleus praetectalis verschwindet er.

7. Kern des Tractus septo-diencephalicus. Taf. I, Fig. 2 u. 3.

Die spärlichen Fasern des aus der Scheidewand des Grofshirnmantels stammenden, bei den Reptilien immer dünnen Bündels, enden dicht vor dem Mittelhirndache lateral am Thalamus in zerstreuten kleinen Zellmassen. Die Endigung ist nur aufgefunden worden, nachdem das bei den Vögeln viel kräftigere Bündel genau bis dahin verfolgt war.

8. Kern der Decussatio transversa. Taf. I, Fig. 3 u. 4.

Ein Teil der Decussatio transversa-Fasern endet in einem kleinen, nicht immer nachgewiesenen Kerne medial und ziemlich dorsal vom Geniculatum laterale, in dessen dorsalsten Ebenen. Auch dieser Kern ist erst abgegrenzt worden, nachdem der sehr viel mächtigere bei den Vögeln bekannt war. Er läfst sich von den Zellen des Nucleus diffusus zunächst nicht scharf abtrennen.

9. Nucleus praetectalis. Taf. I, Fig. 1. Taf. III, Fig. 1.

Dieser schön abgegrenzte runde Kern liegt dicht frontal vom Dache des Mittelhirnes und steht mit dessen Grau in innigem Kontakte. Er liegt da zum grofsen Teile bedeckt von den Fasern des medialen Opticuszuges. Bellonci, der Einzige, der ihn genau beschrieben hat, nannte ihn „Ganglion thalami posterius“. Ich habe diesen Namen nicht gewählt, sondern wegen der präziseren Lagebezeichnung den oben genannten. Auch deshalb, weil es mir zweifelhaft ist, ob dieser Kern nicht überhaupt dem Mittelhirne vielmehr als dem Thalamus zuzurechnen ist.

Die Opticusfasern also ziehen über ihn weg, einige durchbohren ihn auch auf ihrem Wege zum Mittelhirndache. Dann erhält er von vorne her Fasern aus der Gegend des grofsen runden Thalamuskernes, ein recht beträchtliches Bündel. Von unten her erreichen ihn zwei Faserzüge, die Fasern aus der Decussatio transversa, welche an seiner ventralen Seite weiter ziehen und der Stil des Geniculatum.

Ich habe nun mehrfach den Eindruck bekommen, als ende dieser Stil hier. Bei den Vögeln, wo er stärker als bei den Reptilien ist, hat es den gleichen Anschein.

Bis in die Gegend dieses Kernes gelangen auch Fasern aus den Nuclei ectopedunculares, deren bei der Beschreibung des Hypothalamus gedacht werden wird.

10. Geniculatum mediale ? Taf. I, Fig. 1.

Am dorsalen und caudalen Ende des Geniculatum laterale erkennt man immer eine abgesonderte Zellmasse. Ich habe sie lange zum Geniculatum selbst gerechnet, bis ich fand, dafs ihr ein starker Zug markhaltiger Fasern entquillt — *Tropidonotus*, *Emys*, *Chelone*, *Lacerta*, *Varanus* —, welcher parallel der Schleife als deren frontalstes Bündel sich caudal und basal wendet. Ist die Deutung als Geniculatum mediale richtig, so wäre die Faserung als dessen Stil zu bezeichnen. Bei Säugern endet hier der aus den primären und secundären Acusticuscentren stammende Faserteil der Schleife.

Die sichere Diagnose, namentlich die Unterscheidung von dem Kern des Tractus septo-diencephalicus und von demjenigen der Decussatio transversa gelang übrigens nicht immer. So scheint es mir, dafs die Annahme, dafs hier ein eigenes Ganglion vorhanden ist, noch fester zu begründen wäre.

11. Linsenförmiger Kern (des Mittelhirnes). Taf. I, Fig. 1, 6.

Von Mayser rührt der Vorschlag her, die Grenze von Mittel- und Zwischenhirn durch eine Ebene gelegt zu denken, welche beide Tractus habenulo-pedunculares verbindet. Es ist aus didaktischen Gründen angenehm, eine derartige Grenze künstlich herzustellen, weil das Mittelhirndach einen so grofsen Teil des Thalamus bei einigen Klassen bedeckt, dafs man nicht unmittelbar die ventral vom Dache liegende Faserung als der Mittelhirnbasis angehörig betrachten darf. Der Nucleus praetectalis liegt schon caudal von dieser imaginären Grenze, wäre also schon dem Mittelhirn zuzurechnen. Sicher gehört diesem auch ein medial und dorsal von dem Praetectalis gelegener, flach linsenförmiger Kern grofser Zellen an, welcher etwa im Niveau der Commissura posterior da auftaucht, wo deren laterale Fasern liegen. Der Kern ist deshalb auch schon — bei Vögeln von Münzer und Wiener — für jene Commissur in Anspruch genommen worden. Es ist möglich, dafs wirklich Commissura posterior-Fasern hier entspringen, doch habe ich mich aber nicht sicher davon überzeugen können. Diese mächtige, gerade hinter der Commissura habenularis gelegene Fasermasse entspringt aber mindestens zum Teil aus einem grofsen Kerne des Mittelhirnes, dem Nucleus funiculi dorsalis.

12. Kern des dorsalen Längsbündels und der Commissura posterior. Ursprung der Commissura posterior aus T-Teilungen des dorsalen Längsbündels? Dorsales Längsbündel. Taf. II, Fig. 1.

Der Kern des dorsalen Längsbündels liegt direkt in der frontalen Verlängerung eines grofszelligen, zweifellos dem Oculomotorius zugehörigen Kernes. Auch er besteht aus sehr grofsen multipolaren Zellen und erstreckt sich, dicht unter dem zentralen Grau des Haubenwulstes gelegen, über dessen frontale Wand ventralwärts biegend bis in die Nähe der retroinfundibularen Kreuzungen. Aus diesem Kerne entwickeln sich die Züge des Bündels zweifellos. Man kann sie einzeln zu den Zellen hin verfolgen, namentlich auf Horizontal- und Sagittalschnitten. Denn das Bündel liegt nicht nur ventral, sondern auch zu gutem Teil etwas medial von der Hauptmasse des Kernes. Aus diesem Kerne stammen aber nur die dicken langen Fasern, welche die Hauptmasse des dorsalen Längsbündels ausmachen, es sind wesentlich wohl die gleichen Züge, deren Ursprung Gehuchten bei Forellen bis in gleichartig gelagerte, mächtige multipolare Zellen verfolgt hat. Es giebt aber noch Fasern anderer Herkunft im dorsalen Längsbündel.

Die allermedialsten Fasern des dorsalen Längsbündels scheinen aus anderer Quelle zu stammen, aus einem Kern mit kleinen Zellen, der im Hypothalamus weit ventral dicht neben dem Ventrikel beiderseits im zentralen Grau gelegen ist.

Schliefslich giebt es noch gekreuzte Fasern zu dem gleichen Strange. Welchem Kern sie entstammen, dem grofszelligen oder dem kleinzelligen, das ist nicht sicher. Die Kreuzung liegt innerhalb der Decussatio retroinfundibularis und ist nicht konstant, fehlt zum Beispiel bei *Zamenis*. Aus den beiden erwähnten Kernen und aus den Kreuzungsfasern zieht dann das dorsale Längsbündel rückwärts in schön gewölbtem Bogen, etwa der Dorsalseite des Haubenwulstes parallel, von dem Ventrikel nur durch das zentrale Grau getrennt, und hält sich nun immer neben der Medianlinie an gleicher Stelle bis hinab in den Vorderstrang des Rückenmarkes.

Das dorsale Längsbündel ist bei allen Schlangen aus sehr viel dickeren Fasern zusammengesetzt als bei den anderen Reptilien. Die Länge des Rückenmarkes, in dessen Ventralstränge ja ein Teil der hierher gehörigen Fasern zu verfolgen ist, spielt da wohl eine ursächliche Rolle.

Der Tractus longitudinalis dorsalis wird von allen Systemen des Zwischenhirnes zuerst markhaltig. Bei Embryonen von *Anguis fragilis* und *Coronella laevis* konnte er von seinem

Kern bis in die Ventralstränge des Rückenmarkes verfolgt werden, weil er in den meisten Hirngebieten, die er durchzog, fast allein markhaltig war.

Zweifellos wird das Bündel im Bereiche des Oculomotoriuskernes an Fasern viel reicher.

Über das frontale Ende des dorsalen Längsbündels bestehen bei Säugern bekanntlich die allergröfsten Meinungsdifferenzen. Selbst Kölliker, der unter Kenntnisnahme aller bisher darauf gerichteten Studien eine neue sehr eingehende Untersuchung vorgenommen hat, kommt zu keinem sicheren Schlusse. Wenigstens für die Hauptmasse der Fasern. Er stellt aber fest, dafs jene oben erwähnte Kreuzung der medialsten Fasern aus der Gegend des Mamillare stamme. Ausdrücklich giebt er an, dafs beim Menschen jener grofse von mir eben bei Reptilien und längst von Fritsch und von Gehuchten bei Fischen beschriebene Kern nicht existiere und dafs auch der Kern der Commissura posterior, den er zum erstenmale genau beschreibt, wohl dieser Commissur nicht aber den Längsbündelfasern Ursprung gebe. Schon 1889 hat Köppen auf der Badener Neurologenversammlung behauptet, das Bündel ende bei Eidechsen in der Commissura posterior, ich selbst konnte das gleiche damals, wenigstens für seine lateralsten Fasern bestätigen. Neur. Cbl. 1889, S. 552. Für Säuger hat Held angegeben, dafs ein Teil der Fasern des dorsalen Längsbündels in die hintere Commissur gerate.

Bei den Reptilien ist die Commissura posterior ein sehr mächtiges und bei allen Arten ziemlich gleich starkes, dickfaseriges Bündel. Im Niveau, wo sie verläuft, ebenso wie wenig weiter frontal und caudal ist, abgesehen von No. 11, kein Kern zu entdecken, in den diese grofse Fasermasse eintritt, sie taucht auf den Schnitten gleich fertig auf und verschwindet caudal ebenso. Namentlich habe ich niemals in das obengenannte linsenförmige Ganglion, das wegen seiner Lage noch am ersten in Betracht kommen könnte, auch nur annähernd genügend Faseraufsplitterungen eintreten sehen, um etwa den Ursprung dorthin verlegen zu können.

Aber auf Sagittalschnitten erkennt man ein unerwartetes, neues Verhältnis. Es treten nämlich an der Stelle, wo die Commissurfasern diejenigen des dorsalen Längsbündels kreuzen, nicht wie man nach den bisherigen Ansichten erwarten sollte, diese Fasern über die anderen hinweg, sondern die Mehrzahl endet genau da, wo die Faser des dors. Lbdl. liegt. Immer und immer wieder bekommt man den Eindruck, dafs hier eine T-Teilung stattfindet, so selten beobachtet man Überkreuzungen.

Es ist mir daher sehr wahrscheinlich geworden, dafs aus dem Kerne des dorsalen Längsbündels eine gemeinsame Faser stammt, welche sich teilt in eine absteigende zum

Rückenmarke resp. zu Kernen des Mittel- und Nachhirnes und in eine kreuzende zur Commissura posterior.

Commissura posterior und dorsales Längsbündel hätten also einen gemeinsamen Kern.

Mit dieser Auffassung steht keine der Feststellungen an Säugern, welche der sorgfältig beobachtende Kölliker gemacht hat, in Widerspruch, man versteht sogar unter der Annahme, dafs sein Kern der Commissura posterior und mein Kern des dors. Bdls. identisch sind, ganz gut wie es kommt, dafs er für die bei Säugern doch so mächtige Fasergruppe des d. Lbdl. keinen eigenen Ursprungskern finden konnte. Leider sind mir bisher keine Silberimprägnationen dieser tiefliegenden Gegend gelungen. Solche würden, falls wirklich T-Teilungen gefunden würden, die Frage erst endgültig lösen. Ich selbst habe auch immer bei Säugern den Eindruck gehabt, auch publiziert, dafs mindestens ein Teil der Fasern beider Bündel unter sich zusammenhänge.

Eben, wo diese Zeilen abgeschlossen werden sollen, kommt mir die Arbeit von S. Ramon Cajal[1] zu Gesicht, welche sich speziell mit dem dorsalen Längsbündel der Eidechse beschäftigt. Zu meiner grofsen Freude hat dieser Autor die T-Teilungen von Fasern der Commissura posterior, welche ich nur erschlossen habe, mit der Silbermethode gesehen. Er leitet jedoch nur einen, wie es scheint geringen Teil der Fasern aus der Commissur ab, einen weiteren läfst er aus dem oben erwähnten Kerne stammen und weitere noch aus dem Thalamusgrau. Es zeigt sich, dafs die letzteren identisch sind mit dem, was oben als System des zentralen Graues geschildert und Fig. 3, Taf. II, abgebildet ist. Dazu rechnet er dann noch — Fasern aus der Gudden'schen Commissur — unsere Fibrae ansulatae s. u., die man zweifellos von der Decussatio transversa trennen mufs. Ihr Verlauf wird ganz ebenso geschildert und abgebildet, wie das hier geschehen ist. Alle diese Elemente zusammen machen aber nur den absteigenden Anteil des dorsalen Längsbündels aus. Es liegt daneben noch ein starker aufsteigender Teil, welcher aus der Gegend des Nucleus Deiters, dem Trigeminusgrau und der Substantia reticularis bulbi stammen soll.

---

[1] S. Ramon Cajal. El fascicolo longitudinal posterior en los reptiles. Rivista trimestria micrografica Bd. 2, 1887, S. 153.

Faserung aus dem Thalamus und zu demselben.

Der Thalamus erhält aus dem Vorderhirne die Fornixfaserung und die Faserung aus dem Stammganglion; wahrscheinlich, wie ich in der vorigen Abteilung gezeigt, auch Fasern aus dem Stirnpole der Rinde. An seiner Aufsenseite zieht das Markbündel aus der Scheidewand, der Tractus septo-diencephalicus, frontal vom Opticus einher, um sich in laterale, dicht vor dem Mittelhirn gelegene Partieen einzusenken. Der Fornix durchzieht ihn nur, um im Hypothalamus zu enden. Eine weitere nicht unbedeutende Fasermasse wächst dem Thalamus aus caudalen Hirnabschnitten zu, sie soll in ihrer Gesamtheit hier als Thalamusschleife bezeichnet werden.

Über einige dieser Züge mögen noch hier kurze Mitteilungen folgen.

Die Bündel, welche ich hier schildern will, sind nicht mit der Sicherheit festgestellt, welche für hirnanatomische Untersuchungen wünschenswert ist. Sie haben sich ergeben in jahrelangem Durchforschen von Schnittbildern, im Kombinieren und im Vergleichen mit ganz ähnlich gelagerten, aber besser verfolgbaren Bündeln bei Vögeln. Man soll die folgenden Angaben daher nur als eine Art Provisorium betrachten. Ich hoffe, dafs sie sich alle als richtig erweisen werden, wenn es einmal gelingt bei Reptilien die Degenerationsmethode anzuwenden, welche uns bei Vögeln so gute Resultate lieferte.

1. Radiatio strio-thalamica. Taf. I, Fig. 1—5. Taf. II, Fig. 6, 3.

Der Ursprung in den Ganglien des Stammganglions ist im vorigen Hefte geschildert, s. auch S. 173. In einem dorsalen dickfaserigen und einem ventralen feinfaserigen Zuge geht die ganze Masse an der Hirnbasis rückwärts und tritt in die ventrale Zwischenhirnhälfte ein; zunächst als geeintes Bündel. Bald aber spalten sich Züge ab, die in die einzelnen Thalamusganglien eintreten Sicher gelangen solche in den Nucleus anterior, in den Nucleus reuniens und in den grofszelligen runden Thalamuskern, sowie seine Nebengruppen. Ventral bleibt aufser einem dünnen starkfaserigen Bündel nur die feinfaserige Abteilung. Sie löst sich in den Seitenteilen des Trichters und im Mamillare auf. Die Radiatio strio-thalamica ist die mächtigste Längsfaserung im Zwischenhirne der Reptilien. Ob Züge weiter rückwärts als bis in den Thalamus gelangen, das läfst sich nicht mit Sicherheit ermitteln. Am wahrscheinlichsten ist es noch für das ventrale dickfaserige Bündel. Auf allen Abbildungen der Tafeln ist sie gut sichtbar und deshalb wird auf besonders detaillierte Beschreibung verzichtet.

2. Radiatio thalami. Tractus thalamo-spinalis? Lamina medullaris thalami. Taf. I, Fig. 1. Taf. II, Fig. 5.

Bei allen Reptilien treten im Bereiche des Zwischenhirnes, wenn man Frontalserien durchmustert, zahlreiche neue Längsbündel auf, welche innerhalb der Thalamusganglien rasch an Dicke zunehmen. Sagittalschnitte zeigen, dafs mindestens zwei verschiedene Fasersysteme innerhalb jenes Hirnabschnittes entspringen oder enden. Ein laterales System, das dicht unter dem Geniculatum sichtbar wird und nicht immer von dessen Stil zu trennen ist und ein mehr mediales, das auch stärkere Fasern hat. Namentlich bei Schlangen — gut verfolgbar bei *Zamenis* — sind diese Fasersysteme sehr kräftig entwickelt. Bei *Python* erschwert ihre Menge sehr den Überblick über die Thalamusfaserung. Das laterale System erstreckt sich fast auf die ganze Höhe der Geniculata, das medialere liegt wesentlich dorsal und krümmt sich erst in der Höhe der Commissura posterior ventraler. Sicher können beide Faserarten bis in die caudalen Abschnitte der Oblongata verfolgt werden, aber es schien fast immer, als gelange ein Teil in den Vorderseitenstrang des Rückenmarkes. Nur die Degenerationsmethode wird es ermöglichen in dem Gewirr der hier auftretenden Längsfasern einmal Klarheit zu schaffen.

Ein mehr ventral gelegenes drittes Bündel aus dem Thalamus entwickelt sich caudal vom Nucleus rotundus, zieht zwischen den Ganglien ventral, aus allen Fasern aufnehmend und gerät ganz nahe über dem Ganglion ectomamillare fast an die Hirnbasis, lateral von jenem Ganglion. Diesen Zug, der auf allen Sagittalschnitten sehr deutlich ist, Fig. 1, Taf. I, will ich als Lamina medullaris thalami bezeichnen. Ob er identisch mit einem ebenso, schon von Köppen so genannten Bündel ist, das wage ich nicht zu entscheiden. Die Köppen'sche Lamina medullaris thalami gerät in dessen „Gruppenstrang", so bezeichnet er die Gesamtheit der an der Mittelhirnbasis liegenden Längszüge, abzüglich einiger wenigen.

Wir kennen bei den Säugern ein Bündel, das aus dem Rückenmarke und der Oblongata stammend im Thalamus endet. Es wird als Thalamusschleife bezeichnet. Wahrscheinlich ist die bisher geschilderte Faserung identisch oder mindestens zum Teil identisch mit jenem Bündel.

3. Der Bindearm. Tractus tegmento-cerebellaris.

Dieses Bündel ist bei den Reptilien immer ein aufserordentlich dünnes und eigentlich nie mit aller Sicherheit abscheidbares, wenigstens nicht auf seinem ganzen Verlaufe innerhalb einer Serie. Bald hier, bald da erkennt man Bruchstücke. Am sichersten ist noch der Ursprung in einer grauen Masse, die lateral vom Nucleus funiculi post. und direkt über dem Mamillare liegt, dann der Eintritt in das Cerebellum.

Das Kleinhirn der Reptilien ist ein sehr dünnes Plättchen, nur bei den Krokodilen erlangt es einige Mächtigkeit — an anderem Orte habe ich dargelegt, dafs dies höchst wahrscheinlich darauf beruht, dafs die Krokodile gewandte Schwimmer sind. So kann es nicht erstaunen, dafs seine Zuzüge auch nur aus wenig Fasern bestehen. Am deutlichsten war der Bindearm bei den neugeborenen Blindschleichen, weil er hier neben dem hinteren Längsbündel das einzige markhaltige Bündel in seiner Ursprungsgegend war. Dennoch möchte ich nicht behaupten, dafs der Nachweis des Bündels überhaupt gelungen wäre, wenn es nicht bei anderen Tierklassen bekannt wäre. Die Kreuzung habe ich nicht gesehen, will sie aber nicht leugnen. Es liegen da, wo sie zu suchen ist, eine grofse Menge kreuzender Fasern, zu gröfserem Teile aus dem tiefen Marke des Mittelhirnes.

4. Thalamuszug zur Decussatio retroinfundibularis. Taf. II, Fig. 5. Taf. III, Fig. 1. u. 2.

Man wird weiter unten eine Beschreibung dieser dorsal und caudal vom Infundibulum gelegenen Kreuzung finden. Sie setzt sich aus sehr verschiedenartigen Fasersystemen zusammen. Nicht bei allen Reptilien sind alle Systeme gleich stark vorhanden. Ein einzelner, bei Schlangen — *Zamenis* — sehr starker Zug, vielleicht der stärkste der ganzen Kreuzung, entspringt aus dem Thalamus. Man trifft die Fasern medial vom Geniculatum mediale, zwischen diesem und dem Nucleus rotundus an, wo sie dorsal entspringend schräg nach hinten und unten ziehen, um schliefslich der Mittellinie sich mehr und mehr zu nähern und an der erwähnten Stelle jene Decussation zu bilden. Aus welchem Kerne sie entspringen, kann ich nicht sagen. Auf dem Sagittalschnitte, Fig. 5, Taf. II von *Zamenis* und auf dem Frontalschnitten, Fig. 1, Taf. III von *Varanus* ist der Verlauf in seinem frontaleren Abschnitte, in Fig. 2, auch im caudaleren kreuzenden Teile sichtbar. Die Faserrichtung dieser ventralen Kreuzung aus Thalamuskernen ist derjenigen der Opticusfasern gerade entgegengesetzt, auf Sagittalschnitten bilden die Züge mit den aus dem Mittelhirndache zum Chiasma herabziehenden Bahnen fast einen rechten Winkel. Deshalb habe ich lange Jahre diesen ganz mächtigen Zug nicht verstanden, weil er fast nie in einer der angewendeten Schnittrichtungen sichtbar wurde.

Ich weifs auch nicht, ob bei allen Reptilien das gleiche Bündel vorhanden ist. Seit ich es kenne, habe ich es nur bei den grofsen Eidechsen und Schlangen gefunden. Schildkrötenmaterial habe ich nicht mehr darauf untersucht.

Opticus. Decussatio transversa Fibrae ansulatae. Zug aus dem Ggl. ectomamillare. Tractus septo-diencephalicus. Taf. I, Fig. 1—6, Taf. II, Fig. 1—7.

Der Sehnerv und seine Kreuzung an der Zwischenhirnbasis sind nach den älteren Schilderungen (Stieda u. a.) am eingehendsten von Bellonci beschrieben worden.

Neuerdings hat Pedro Ramon am Chamäleon sehr genau mit der Golgi-Methode den Lauf der Sehnervenfasern verfolgt. Er faſst die ganze Masse, der im Chiasma zusammenkommenden Züge als Fibrae opticae zusammen und schildert dann in Übereinstimmung mit Bellonci, wie ein peripherer bleibender Teil die Thalamusoberfläche überzieht — Tractus opticus —, wie ein anderer aber medial vom Geniculatum in die Thalamustiefe gelange. Den letzteren, welcher zusammengesetzt ist aus der Decussatio transversa und den tiefen Opticusbündeln, nennt er Tractus opticocommissuralis. Der Tractus opticus endet mit Aufpinselungen im Mittelhirndache, hat aber vorher bei seinem Verlaufe über das Geniculatum hinweg diesem eine groſse Anzahl Collateralen abgegeben. Der tiefere Ast splittert auf im Geniculatum und in der Mehrzahl der Thalamusganglien. Im Bereiche des Geniculatum wird ein besonderer Kern abgeschieden, der Nucleus ant. opticus, aus welchem Fasern der Decussatio transversa entspringen. Auſserdem giebt P. Ramon ausdrücklich an, daſs sicher ein guter Teil der hierher gehörigen Fasern aus einem weiter caudal, im dorsalen Abschnitte des Thalamus liegenden Kerne stamme und daſs wahrscheinlich auch aus dem Nucleus rotundus Fasern in die Decussatio geraten. Welcher von den beiden Kernen identisch ist mit unserem, „Nucleus decussationis transversae“, ist nicht ganz sicher.

Beiderseits ziehen, vom Mittelhirndach entspringend, die Sehnervenfasern über die ganze Auſsenseite des Zwischenhirnes herab. Ihr schräger Zug läſst von jenem Hirnteile nur den Hypothalamus an der Auſsenseite sichtbar. Unter der frontalen Ausstülpung des Ventrikels, dem Recessus supraopticus angekommen, kreuzen sie, wahrscheinlich komplett. Der Kreuzung entstammt gewöhnlich ein rundlicher längerer Strang, bei den Schildkröten besonders lang, der beide Optici, ja auch noch einen Teil der Kreuzung selbst vereinigt enthält. Erst auf der Höhe der Orbitae angekommen entspringen diesem einheitlichen Tractus jederseits die Sehnerven.

Die Fasern des Sehnerven entstammen, wie es zunächst scheint, dem Mittelhirndache, es ist aber durch Degenerationsversuche an Vögeln, Fischen und Säugern bis jetzt nachgewiesen, daſs der Tractus auch einen nicht unbedeutenden, der Retina entstammenden

Faserzug enthält. Namentlich schön ist das an Knochenfischen experimentell nachzuweisen, wie die unter meinen Augen entstandene Arbeit von Krause[1] zeigt.

In der Frontalebene, welche durch das Chiasma gelegt werden kann, liegen aber nicht nur Sehnervenfasern. Es gelang vielmehr — wenn auch erst nach langer Arbeit —, hier eine ganze Anzahl verschiedenartiger Bündel abzuzweigen.

Dicht vor dem Tractus zieht der Tractus olfacto-habenularis-thaeniae hinauf zum Ganglion habenulae. Hinter ihm, aber dem Opticus dicht angelagert, erkennt man die bei Reptilien noch dünnen Züge des Tractus septo-diencephalicus. Dann folgt die dicke Masse der Opticusfasern und weiter caudal und dorsal kreuzen hier die Züge der Decussatio transversa und der Fibrae ansulatae. Innerhalb des Chiasma gehen dann noch verloren die Züge aus den Ganglia ectomamillaria und ein markloser kreuzender Faserzug. Also im ganzen nicht weniger als 7 Züge verschiedener Herkunft. Ob das letztgenannte dem Sehapparat selbst angehört, ist noch durch Degenerationsversuche festzustellen.

Die Fibrae N. optici, Tafel I, alle Figuren, überziehen im wesentlichen den Thalamus auf ihrem Wege zum Mittelhirndache. Sie geben dabei massenhaft Collateralen an das Corpus geniculatum laterale ab, aber man erhält nicht den Eindruck, dafs dadurch die Gesamtfasermasse sichtlich dünner würde. Immerhin ist das möglich. Ein Teil der Opticusfasern scheint als tiefer gelegene Wurzel medial vom Geniculatum, nicht lateral wie die Hauptmasse, dahinzuziehen. Es sind die Ramon'schen Fibrae optico-commissurales. Ich halte es für unmöglich ohne Anwendung der Degenerationsmethode auszusagen, ob diese Fasern überhaupt dem Opticus angehören oder ob sie nicht alle oder in der Mehrzahl der Decussatio transversa zuzurechnen sind. Ein Eintreten von Opticusfasern in Thalamusganglien habe ich nie gesehen, aufser dem erwähnten in das Geniculatum.

Den Endpinseln im Geniculatum kommen die Dendriten langer Doppelpyramiden entgegen, deren Zellkörper meist spindelförmig ist. Seine medial gerichtete Hälfte entsendet ähnliche, weit aufgezweigte Dendriten und diese verästeln um die Fasern der medial vom Geniculatum gelegenen Bündel, also speziell diejenigen des Fasciculus optico-commissuralis und um die Fasern des Zuges aus dem Thalamus zur Decussatio retroinfundibularis. In meinem oben zitierten Lehrbuche habe ich von der Eidechse hiervon eine Abbildung gegeben.

[1] Krause: Experimentelle Untersuchungen über die Sehbahnen des Goldkarpfens. Arch. f. mikr. Anat., Bd. 51.

Die Sehnervenfasern umgeben sich relativ spät erst mit Mark. An der neugeborenen Blindschleiche sind sie bis auf ganz geringe Spuren noch völlig marklos. Ebenso haben kleine Eidechsen erst nur wenige Fasern. Seit wir durch die Untersuchungen von Held und Ambronn wissen, welchen mächtigen Einfluſs beim Kaninchen die Lichteinwirkung auf die Markumhüllung des Opticus hat, erscheint diese späte Myelinisation bei den im dunkeln Moose lebenden Reptilienföten sehr erklärlich. Es bleibt aber bei vielen Reptilien, z. B. bei allen Schildkröten und sehr gut sichtbar beim Krokodil und den verschiedenen Alligatoren, die ich untersuchte, ein ganz groſses Bündel innerhalb des Tractus zeitlebens marklos. Es liegt aufsen am Zwischenhirn in der ventralen Tractushälfte. Bei den groſsen Eidechsen — *Varanus*, *L. ocellata* etc. — habe ich es nicht gesehen, doch mag es, eben weil es sich um marklose Fasern handelt, der Beobachtung entgangen sein. Bei dem jungen Alligator verfolgt man das Bündel sicher bis in die caudalsten Gegenden des Mittelhirndaches.

Wenn die Tractus sich von der Hirnbasis dorsalwärts begeben, bleibt an der ventralen Zwischenhälfte immer ein dickfaseriges Bündelchen liegen. Es entstammt jederseits einem Ganglion, das an der Aufsenseite des Mamillare liegend als Ganglion ectomamillare bezeichnet sein mag. Belloncí hat es Ganglion pedunculare genannt. Dieses Bündel habe ich vor Jahren als „ventrale Opticuswurzel“ beschrieben. Es fehlt aber durchaus noch der Beweis, daſs es im Opticus bleibt und nicht etwa diesen, wie Belloncí vermutet, nur kreuzt, um etwa im Vorderhirne zu enden. Neuerdings ist es Wallenberg gelungen, bei Vögeln durch Ausschneiden eines Auges den Tractus aus dem Ectomamillare zur Entartung zu bringen. Er ist also ein echtes Opticusbündel. Alle Reptilien besitzen diesen starken und leicht erkennbaren Zug im ventralsten Teile des Tractus opticus, dessen medialen Abschnitt es bildet.

Dorsal vom Chiasma und etwas mehr caudal von ihm liegt die Decussatio transversa. Taf. I, Fig. 3 u. 4, 6, Taf. II, Fig. 4, Taf. III, Fig 3 u. 4.

Es ist ein breites Bündel von Fasern mittleren Kalibers, die in mehrfacher Schicht die Mittellinie überqueren. Dann wenden sie ihren geschlossenen Zug aufgebend und breit zwischen den Fasern des Tr. strio-thalamicus und den Thalamusganglien sich auffaltend lateral, durchbrechen einen Teil des Geniculatum und liegen schliefslich dem Opticus in locker geschlossenem Zuge medial an. Die Mehrzahl zieht nicht durch das Geniculatum, sondern ventral von ihm dahin. Es scheint, als ginge in einem Ganglion an der dorsalen Aufsenseite des Thalamus ein Teil verloren, denn man erkennt dann weiter caudal nur einen dünneren Zug, der sich in der Gegend des caudalen Mittelhirndaches und des Ganglion isthmi verliert.

Ich halte es für sehr wahrscheinlich — auch meine und Wallenbergs Befunde an Vögeln, s. Anat. Anzeiger 1899, sprechen dafür —, dafs die Decussatio transversa aus jenem Thalamusganglion entspringt, Fasern zum einen gekreuzten Ganglion abgiebt und mit dem Reste rückwärts ziehend in der Gegend des Ganglion isthmi endet. Es mufs sich um ein sehr wichtiges Fasersystem hier handeln, denn es ist bei allen Reptilien sehr stark entwickelt.

Bei *Lacerta* kann der gröfste Teil der Fasern in geradem Zuge horizontal rückwärts ziehend bis an das Ganglion isthmi verfolgt werden. Der Zug liegt fast horizontal, wenn die Decuss.-Fasern einmal die Aufsenseite des Mittelhirnes erreicht haben.

Bei der grofsen *Chelone midas* habe ich einen Befund erhoben, der erst später durch Untersuchungen an Vogelhirnen seine Erklärung fand. Hier erkennt man nämlich, dafs etwa in der Gegend der Kreuzung sich ein Bündel abspaltet, das an die Basis des Vorderhirnes zieht und da frontalwärts allmählich dünner wird. Das ist der gleiche Zug, den Wallenberg bei Tauben nach Zerstörung des Ganglion isthmi degenerieren sah. Er hat ihn Tractus isthmo-striatus getauft.

Dorsal von der Decussatio transversa kreuzen innerhalb des zentralen Höhlengraues in spitzwinkligem Zuge wenige sehr dicke Markfasern, die Fibrae ansulatae. Taf. I, Fig. 6, Taf. III, Fig. 3, 4, 5, 7. Bellonci hat sie zuerst erkannt.

Es ist nicht sicher, woher sie stammen. Ich erkenne ihren Zug auf Sagittalschnitten immer sehr gut. Die Fasern, welche, weil dick, von weit her stammen, lassen sich rückwärts bis in die Markfasermasse verfolgen, welche dem Haubenwulst entquillt. Von den Zügen des dorsalen Längsbündels speziell kann ich sie nicht abtrennen. Es sind ihrer zu wenige und das Kaliber ist zu gleichartig.

Hypothalamus.

Infundibulum, Saccus vasculosus, Tuber cinereum, Mamillare.

Dicht hinter dem Chiasma wölbt sich die Thalamuswand zum relativ mächtigen Tuber cinereum. Der Ventrikel stülpt frontal regelmäfsig einen Recessus supraopticus vor, dessen Frontalwand direkt in die Schlufsplatte übergeht. Sie ist rein epithelial. Caudal vom Chiasma wölbt er sich zu einer Aussackung aus, dem Infundibulum und dieses teilt sich in zwei dünnwandige enge Säckchen, deren ventrales ganz, deren dorsales nur zum Teil von dem epithelialen Hypophysisgewebe umschlossen

wird. Auch die dorsale Hälfte der caudalen Tuberwand hat eine nicht gerade tiefe Auswölbung. Diese, zwischen den Mamillaria gelegen, ist der Recessus mamillaris.

Die ganze Platte, welche caudal den Hypothalamus abschliefst, ist von mehreren Commissuren oder Kreuzungssystemen durchquert, die ich als Decussatio retroinfundibularis zusammenfassen will.

Die doppelte Aussackung des Infundibulum hat ein weitergehendes Interesse. Der längere ventrale Sack entspricht zweifellos dem Hirnteil der Hypophysis, der kürzere dorsale, der übrigens von mir nicht immer gefunden worden ist, ist identisch mit der gleichen, aber sehr viel mächtigeren Aussackung, welche bei den Fischen und Amphibien zum Saccus vasculosus wurde. Da, wo ich diese Aussackung vermifst habe — *Uromastix*, *Varanus* — finde ich doch zwischen cerebralem und epithelialem Teil der Hypophyse ein sehr stark ausgebildetes Gefäfsgeflecht. Es ragt aber nicht frei in den Schädel herein. Deutlich ausgebildet ist der Saccus bei *Alligator*. Bei den Schildkröten und besonders schön bei *Chelone midas*, Taf. III, Fig. 3 u. 4, ist der Saccus vasculosus sehr viel mehr entwickelt als bei allen anderen Reptilien. In mächtigen Fransen hängt hier das vielgefaltete Epithel des Schlauches beiderseits vom Infundibulum Bei den gleichen Tieren sind auch die Recessus mamillares sehr viel tiefer als bei den anderen Reptilien.

Das Vorkommen eines Saccus vasculosus und seine bessere Ausbildung in der Reptilienreihe gerade bei den wasserlebenden Typen läfst den Gedanken aufkommen, dafs es sich hier um einen Apparat handelt, der speziell für das Wasserleben wichtig ist. Eine eingehendere Untersuchung dieses Punktes wäre sehr erwünscht. Bei einer meiner Riesenschildkröten war das ganze Indifundibulum mit dem Saccus vasculosus vorwärts umgebogen und kam frontal vom Opticus chiasma zu Gesicht. Es ist mir nicht gelungen zu entscheiden, ob hier ein normales Vorkommnis oder etwa ein Kunstprodukt — Verbiegen beim Härten — vorlag.

Das Epithel in der Mittellinie der Hinterwand ist nur von einer sehr dünnen Schicht Hirnsubstanz bedeckt, in der die erwähnten Commissuren verlaufen. An einzelnen Stellen, so ventral und gelegentlich auch dorsal von den Commissuren liegt es nach dem Schädelraum zu frei.

Das Tuber cinereum mag man sich als länglichen, nach unten und rückwärts gerichteten dütenartigen Sack vorstellen, an dessen dorso-caudalem Ende jederseits eine flache, kaum scharf abgrenzbare Erhöhung liegt. Die Endigung des Fornix an dieser Stelle, resp. seine da liegende Kreuzung charakterisiert sie als Corpus mamillare.

Etwas lateral und dorsal vom Mamillare liegt, dicht caudal von den ventralsten Opticuszügen ein kleiner Körper, aus dem Fasern opticuswärts ziehen und innerhalb des Chiasma verschwinden. Das ist das Ganglion ectomamillare-Ggl. pedunculare Bellonci.

1. Ganglien und Faserung des Tuber.

Man kann am Tuber die Innenschicht, welche vom zentralen Höhlengrau gebildet wird, vielleicht etwas abscheiden von der eigentlichen Tubermasse, die als Ganglion tuberis, Taf. I, Fig. 3, Taf III, Fig. 1 u. 4, bezeichnet werden mag. Dieses Ganglion hat nur relativ wenige Zellen, es entsendet aber caudalwärts ein wohl abgrenzbares Bündel. Aufserdem endet in dieser Gegend ein Faserzug aus dem Striatum.

a. Kreuzungszug aus der seitlichen Tuberwand. Taf. III, Fig. 4 k.

Aus den seitlichen Tuberwänden entspringt immer ein dünnes Bündelchen, das in horizontalem Verlaufe rückwärts zieht und dann sich wenig dorsal erhebend in die Decussatio retroinfundibularis eingeht. Hier kreuzen seine Fasern und können nicht weiter verfolgt werden. Es ist identisch mit dem, was ich früher bei Selachiern und Amphibien als Tractus infundibuli ad decussationem beschrieben habe.

b. Tractus strio-hypothalamicus. Taf. II, Fig. 3.

Aus dem Striatum entwickeln sich mit den dicken Bündeln des Tr. strio-thalamicus dünnere, von denen ein guter Teil in den hinteren und lateralen Teilen der Tuberwand endet, wahrscheinlich auch im Mamillare.

Golgi-Präparate zeigen, dafs seine Fasern in sehr eleganter Aufsplitterung überall, aber ganz besonders in den caudaleren Abschnitten des Tuber enden.

c. Das zentrale Höhlengrau, Taf. II, Fig. 4, welches die ganze Innenseite des Tuber bedeckt, wird von einem feinen Faserwerk durchzogen, dessen markhaltige Bündel sich direkt über den Haubenwulst weg in das Höhlengrau des Aquaeductus fortsetzen. Gerade da, wo die frontale Kuppe des Haubenwulstes in den dritten Ventrikel hineinragt, machen die erwähnten Fasern zum Teil eine Kreuzung. Diese liegt in der dorsalen Verlängerung des grofsen Kreuzungssystemes, welches ich später als Decussatio retroinfundibularis beschreiben werde. Taf. II, Fig. 2.

Durch das zentrale Höhlengrau verlaufen aber noch dickere markhaltige Fasern. Wenige nur sind es, die aus der Tiefe des Haubenwulstes hervorkommend, direkt schräg nach vorn und abwärts ziehen, wo sie dicht über dem Chiasma jene als Decussation der Fibrae ansulatae oben angezeigte Kreuzung machen. Figur 5

— Taf. III — ist ihr Zug ganz getroffen. Ebendiese Fasern hat vor kurzem auch S. Ramon y Cajal als Anteile des dors. Längsbündels beschrieben.

2. Corpus mamillare, Taf. II, Fig. 1, Fornix, Tractus thalamo-mamillaris, Tr. mamillo-tegmentalis, Tr. strio-mamillaris.

Es wurde oben die Abgrenzung eines Mamillare bei den Reptilien als noch relativ unsicher bezeichnet. Wenn hier nun doch eingehender von einem solchen gehandelt wird, so geschieht es, weil die betreffende Stelle latero-caudal vom Infundibulum sich nicht nur auszeichnet durch einen besonderen feineren Bau, sondern namentlich auch, weil bis ebendahin alle die Züge verfolgt werden können, welche bei den Säugern ein Mamillare konstituieren.

Ein Tuber caudal am Infundibulum charakterisiert an sich noch kein Mamillare. Es mufs eben die Beziehung zu jenen Faserzügen sicher gestellt sein. Das ist topographisch bisher möglich gewesen und deshalb habe ich von einem Mamillare der Reptilien gesprochen. Erst Degenerationsversuche aber können nachweisen, in welchen feineren Beziehungen die betreffenden Bündel zu dem Ganglion stehen. Es ist mir sehr fraglich, ob man bisher überhaupt den Kern richtig gesehen hat. Vielleicht ist er Herrick nicht entgangen, der als „nidulus fornicis inferius" bei der Eidechse einen Zellhaufen beschreibt — loco cit. —, welcher zwar der Lage nach unserem Mamillare entspricht, in den aber keine Fornixfasern verfolgt werden konnten und zu dem kein Tr thalamo-mamillaris zieht. Frontal und etwas dorsal sollen noch zwei weitere Zellansammlungen liegen, über deren Faserbeziehungen auch nichts ermittelt ist.

In der Gegend, welche als Mamillaria bezeichnet wurde, liegen die Zellen etwas dichter und haben auch, wie Golgi-Präparate zeigen, spezifische Stellung der Dendriten. Diese sind alle lateral gerichtet, die Zellen liegen medialwärts. Ihre Achsencylinder konnte ich immer nur auf eine ganz kurze Strecke von der Zelle weg verfolgen. Im ganzen läfst die Trennung eines Mamillare vom Tubergewebe bei den Reptilien noch zu wünschen übrig.

a. Fornix. Taf. II, Fig. 3. Taf. III, Fig. 2. S. besonders die Tafeln von Heft 3.

Ursprung und Zusammensetzung des Fornix sind in Heft 3 geschildert. Caudal von der Commissura anterior ziehen seine Fasern, nur bei gröfseren Arten zu leicht erkennbarem markhaltigem Bündel geeint, ventrocaudalwärts in die Gegend des caudalen Tuberabschnittes.

Der Tractus cortico-mamillaris des Fornix ist bei den meisten Reptilien sehr dünn, bei einigen sogar marklos, so sah ich ihn z. B. bei einer ausgewachsenen *Tropidonotus*. Bei anderen Schlangen aber und besonders bei grofsen Eidechsen, weniger sicher bei den Cheloniern, ist er dick und kann ganz wohl bis in die Mamillaria verfolgt werden. Hier sehe ich — *Varanus* — seine Fasern zu gutem Teile kreuzen. Die Kreuzung — Decussatio fornicis — bildet einen Teil der Decussatio retroinfundibularis.

b. Tractus thalamo-mamillaris. Taf. II, Fig. 4, 5.

Aufser den Fasern des Fornix können noch bis dicht über das Mamillare die Züge aus dem Nucleus anterior thalami verfolgt werden, welche früher als Tractus thalamo-mamillaris schon erwähnt worden sind. Ein Eintreten in das Ganglion ist nicht sicher nachzuweisen. Es liegen da ja zu vielerlei dünne Züge und alle bestehen nur aus wenig Fäserchen. So ist eine ganz sichere Verfolgung nicht möglich. Namentlich läfst sich nicht ganz sicher sagen, was im Mamillare wirklich endet und was über dasselbe hinaus in die Decussatio retroinfundibularis zieht. Gerade für die Mehrzahl der Fornixbündel ist das wahrscheinlich.

c. Tractus tegmento-mamillaris. Taf. II, Fig. 1.

Aus der Gegend des Mamillare entwickelt sich, besonders deutlich bei den Schlangen und den grofsen Eidechsen, ein dünnes Bündel. Es überschreitet ventral von den Fasern der Decussatio retroinfundibularis und lateral von deren Mittelstück die Grenze des Zwischenhirnes und tritt an die ventrale Seite des Haubenwulstes, dicht dorsal vom Ganglion interpedunculare. Seine durch ihr Kaliber wohl abscheidbaren Fasern können bis in das Niveau der Trochleariskreuzung verfolgt werden, wo sie sich dann, schon nicht mehr ganz ventral liegend, innerhalb der massenhaften Längsfasern an der Oblongatabasis verlieren. Ob aus diesem Bündel Fasern in den ventralsten Abschnitt der Decussatio retroinfundibularis gelangen, das läfst sich nicht sicher sagen.

d. Tractus strio-mamillaris.

Es ist wahrscheinlich, dafs von der aus dem Striatum kommenden Faserung zum Tuber ein Teil im Mamillare endet.

Tr. isthmo-striatus. Taf. I, Fig. 3 u. 4. Wallenberg hat nachgewiesen, dafs bei Vögeln ein Faserzug, welcher genau gleich gelagert ist wie der in Figur 3 und 4 der Tafel I, aus dem Ganglion isthmi des Hinterhirnes frontalwärts bis in das Striatum verfolgt werden kann. Ob er wirklich im erstgenannten Ganglion entspringt, blieb unsicher. Das in den Abbildungen so bezeichnete Bündel ist frontalwärts bis in die Radiatio strio-thalamica zu verfolgen, caudalwärts geht es innerhalb der Mittelhirnfaserung der einfachen Verfolgung verloren. Der Nachweis ist Wallenberg auf degenerativem Wege gelungen

3. Ganglion ectomamillare. Ventraler und dorsaler Zug aus demselben. Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 5, 6, Taf. III, Fig. 1, 2, 6, 7.

Lateral vom Mamillare liegt ein zuweilen über das Niveau des Hypothalamus nach aufsen vorragender Kern grofser Zellen, der von einem sehr dichten Plexus markhaltiger

Fasern durchzogen und übersponnen ist. Dieses Gebilde, das mir schon vor 12 Jahren bei meinen Untersuchungen über das Reptiliengehirn bekannt war, ist, wie ich nachher sah, längst von Bellonci als Nucleus peduncularis beschrieben. Es tritt aus ihm frontalwärts ein mächtiges Bündel dicker Markfasern, das in horizontalem Zuge an der Aufsenseite des Tuber einherziehend bald an die ventrale Seite des vom Mittelhirn hier herabziehenden Tractus opticus gelangt. Mit ihm geht es in das Chiasma ein. Deshalb habe ich den Zug früher als ventrale Opticuswurzel beschrieben.

Für die Reptilien steht ja noch der einzig schlagende Beweis, derjenige durch die Degenerationsmethode aus, ich habe aber oben, bei der Beschreibung des Sehnerven gezeigt, dafs dieser Beweis bei Vögeln erbracht werden konnte.

Es ist mir, das mag hier erwähnt werden bei Reptilien trotz vieler Versuche — an Schildkröten und Eidechsen — nie gelungen, so präzise Degenerationsbilder mit der Marchimethode zu erhalten, wie man sie an Fischen, Vögeln und Säugern bekommt. Vielleicht habe ich den richtigen Zeitpunkt noch nicht ermittelt, in welchem die Zerfallprodukte der Nerven durch Überosmiumsäure zu schwärzen sind.

Ich betrachte fast alle hirnanatomischen Ergebnisse, welche nicht degenerativ festgelegt sind, nur als provisorische, welche solcher Feststellung bedürfen.

Noch nicht gesehen bisher sind dann Fasern, die aus dem Ectomamillare entspringend dorsal und medialwärts in den Basalabschnitt des Mittelhirnes treten und da verloren gehen. Manchmal mochte es scheinen, als gelange dieser fächerförmig in der ganzen Breite des Ganglions entspringende Zug, der sich bald zum Stile sammelt bis in den Nucleus praetectalis, Fig 5, Taf. I. Wahrscheinlich existiert auch eine Querverbindung beider Ectomamillaris. Fig. 6, Taf. I. Das Ganglion könnte dem Luys'schen Corpus hypothalamicum der Säuger entsprechen

4 Man kann im Hypothalamus noch einige andere kleinere Ganglien abschneiden, doch ist mir dies nicht jedesmal gleich sicher bei jeder Art gelungen.

Am sichersten scheint mir der Nucleus hypothalamicus.

Es ist ein Kern, der in den frontalsten Ebenen des Haubenwulstes beiderseits nahe der Mittellinie liegt. Er hat medial noch einen kleinzelligen, anderen langgestreckten Kern, aus dem Fasern in das dorsale Längsbündel aufsteigen. Dieser letztere gehört zu denjenigen, welche am frühesten markhaltige Fasern — hier also solche zum dorsalen Längsbündel — entsenden. Der Nucleus hypothalamicus wird aber auch schon sehr frühe von mächtigen, markfaserhaltigen Zügen umsponnen, die über die Mittellinie eine Verbindung zwischen beiden Kernen herstellen. Diese Verbindung soll als Decussatio hypothalamica bezeichnet werden. Sie bildet einen Abschnitt der Decussatio retroinfundibularis.

5. Passierende Fasern, Fasern des zentr. Höhlengrau. Taf. II, Fig. 3 u. 4, Taf. III, Fig. 5, 7.

Durchzogen wird der Hypothalamus von Fasern zur Decussatio transversa, von Zügen des Strio-thalamicus und etwas weiter medial von den ventralsten Teilen der Thalamusschleife. Mitten durch das zentrale Höhlengrau verlaufen zwei Systeme. Ein starkfaseriges gehört den Fibrae ansulatae an, die dorsal vom Chiasma in spitzer Schlinge kreuzen, ein feinfaseriges entwickelt sich aus den frontalsten Teilen des zentralen Höhlengrau, um dann in diesem rückwärts und basalwärts zu ziehen. Erst im Bereiche des Mittelhirnes geht es der Verfolgung verloren.

6. Decussatio retroinfundibularis. Taf. I, Fig. 6, Taf. II, Fig. 1, 2, 3, 4, Taf. III, Fig. 2, 6, 7.

Der einzelnen Bestandteile dieser gelegentlich recht mächtigen Kreuzung ist nun mehrfach gedacht. Es erübrigt aber doch noch die Kreuzung als Ganzes zu betrachten. Ihre Auseinanderlegung in Fasern mehrfachen Ursprunges hat sehr viel Mühe gemacht und ich glaube auch jetzt noch nicht, dafs alle Elemente erkannt und abgeschieden sind. Die Kreuzung an der Hinterwand des Infundibulums ist bei den verschiedenen Arten verschieden stark entwickelt. Namentlich kommt in Betracht, wie stark der Fornix entwickelt ist. Bei marklosem oder faserarmem Fornix ist sie immer nur sehr schwach.

Innerhalb dieser bei allen Wirbeltieren nachweisbaren Kreuzung verlaufen bei den Reptilien Züge, die aus dem Vorderhirn und dem Thalamus stammen und solche, welche der Haube des Mittel- und Nachhirnes angehören.

Als Typus für die Beschreibung dienen ältere Exemplare von *Varanus*, von denen drei Sagittalschnittserien, eine Horizontal- und eine Frontalschnittserie vorliegen. Taf. II, Fig. 3.

Hier zeigt sich, dafs die ganze caudale Wand des Trichters und des ihm seitlich angelagerten Mamillare von einer einzigen mächtigen Kreuzungsschicht bedeckt ist. Diese steht fast senkrecht im Schädelraum und wird durch die Sattelspalte von den austretenden Oculomot.-Wurzeln getrennt.

Vom ventralsten Punkte des Trichters, dicht über dem Abgange des Infundibulum bis dorsal vom Oculomotoriusursprunge, also bis in das zentrale Grau, das den Haubenwulst überkleidet, erstrecken sich bei dem *Varanus*, aber auch bei anderen grofsen Eidechsen, *Lacerta ocellata* z. B., eine lange Reihe von Kreuzungen.

Man kann sie zweckmäfsig in mindestens drei Abschnitte zerlegen. Ihre Gesamtheit soll als Decussatio retroinfundibularis bezeichnet werden.

1. Der ventrale Abschnitt enthält zum mindesten Fasern aus drei Zügen. Es kreuzen hier die Tractus laterales tuberis aus den Seitenteilen des Tuber, s. o.

Ich vermisse sie bei *Zamenis*, oder kann sie doch nicht mit Sicherheit hier von anderen horizontalen Fasern im Tuber (Tractus strio-infundibularis) trennen.

2. die medialsten Fasern der dorsalen Längsbündel. Ihre Kreuzung bei Säugern dorsal vom Mamillare hat auch Kölliker gefunden.

Sie ist nicht bei allen Arten von mir gefunden worden, aber doch immer da, wo die Schnittrichtung oder die lückenlose Serie einen Nachweis überhaupt gestatteten.

3. Der mächtige oben beschriebene Zug aus dem Thalamus. Bei *Zamenis* ist er das stärkste Bündel in der ganzen Decussatio retroinfundibularis.

Der mittlere Abschnitt entspricht dem Recessus mamillaris, resp. dessen Rückwand.

4. Hier kreuzen Teile des Tractus cortico-mamillaris fornicis (?).

5. Bündel aus dem Ganglion hypothalamicum.

Der dorsale Abschnitt gehört eigentlich schon nicht mehr der Decussatio retroinfundibularis an, denn seine Fasern verlaufen im Frontalabschnitt des Haubenwulstes, allerdings direkt dorsal von jener Kreuzung und in Kontinuität mit ihr. Die Fasern stammen zu geringem Teile aus dem tiefen Marke des Mittelhirndaches, zu gröfserem aus dem zentralen Höhlengrau.

Hinter der Decussatio retroinfundibularis liegen im Haubenwulst noch eine ganze Reihe anderer Kreuzungen, die bis weithin in die Oblongata hinabreichen, ja ziemlich ohne Grenze in deren Raphe und in die Commissura ventralis des Rückenmarkes verfolgt werden können. Es ist hier nicht der Ort, genauer auf diese einzugehen, doch bietet es immerhin Interesse, wenigstens bis zu dem caudal vom Oculomotoriusaustritte gelegenen Corpus interpedunculare hin einmal die wichtigeren Kreuzungen festzulegen. Ihr ganzes System wurde früher mehrfach als Commissura ansulata bezeichnet. Heute kann ich davon vielerlei Züge abscheiden. Eine grofse *Lacerta ocellata*, von der eine gute Frontalserie vorliegt, der kein Schnitt fehlt, mag als Ausgangspunkt dienen.

1. Ganz frontal, auf Schnitten, die in die Ebene der frontalsten Fasern der Commissura posterior fallen, die Kreuzungszüge No. 1—3 der Decussatio retroinfundibularis.

2. Etwas weiter caudal: Kreuzung der Fornixanteile und der Fasern aus dem Corpus hypothalamicum.

Spur weiter caudal: Nur ganz dorsal in der dünnen Platte, welche hier umbiegend den Ventrikel von der Sattelspalte trennt, die zartfaserigen Kreuzungszüge aus dem zentralen Höhlengrau.

3. Mitte des Oculomotoriusaustrittes: Mächtige Kreuzungen des tiefen Markes aus dem Mittelhirndache. Man kann, wie ich in der 5. Auflage meiner „Vorlesungen“ gezeigt, auch bei Reptilien mehrere Faserarten abschneiden. Dorsal davon eine feinfaserige Kreuzung im Höhlengrau des Aquaeductus.

4. Region des Ganglion interpedunculare:

Ventral: Decussatio der Tract. thalamo-pedunculares im Ganglion.

Darüber: Commissura ansulata, zumeist wohl Decuss. des lat. Bdl. d. tiefen Markes.

Darüber: Bindearmkreuzung, nur wenige Fasern verschwinden fast in der darüber liegenden, aus sehr starken Fasern bestehenden Kreuzung d. Oculomotoriuswurzeln. Diese stammen aus dem dorsolateralen Kerne der Nerven. Man kann einen ventrolat. und einen dorsaleren K. wohl unterscheiden.

Darüber: Commissur feiner Fasern im Bodengrau des Aquaeductus.

Tafelerklärung.

Da die Namen der Tierarten, ebenso wie die Namen der Züge und Hirnteile immer beigeschrieben sind, erübrigt es nur die Schnittführung zu bezeichnen, welcher die einzelnen Präparate entstammen.

Tafel I.

Fig. 1—5. Frontalschnitte.

„ 6. Horizontalschnitt durch eine ca. einjährige Eidechse.

Tafel II.

„ 1—5. Sagittalschnitte.

„ 6. Frontalschnitt.

Tafel III.

„ 1, 2, 6 Frontalschnitte, 3 und 4 fast horizontale Schrägschnitte, 5 Sagittalschnitt, 7 Horizontalschnitt.

AUG. WEISBROD, FRANKFURT A. M., BUCHGASSE 3.

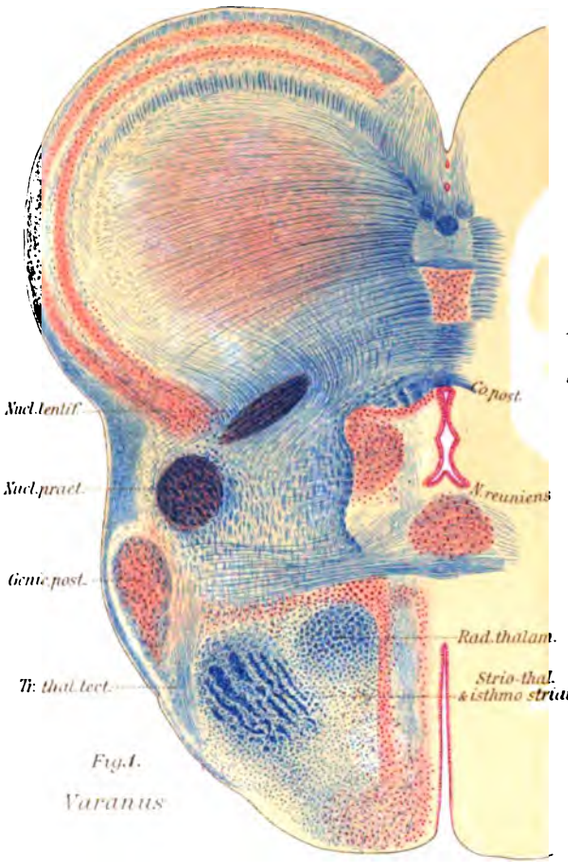
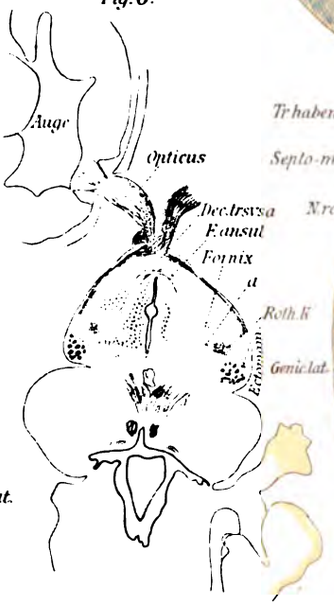


Fig. 1.
Varanus

Fig. 6.



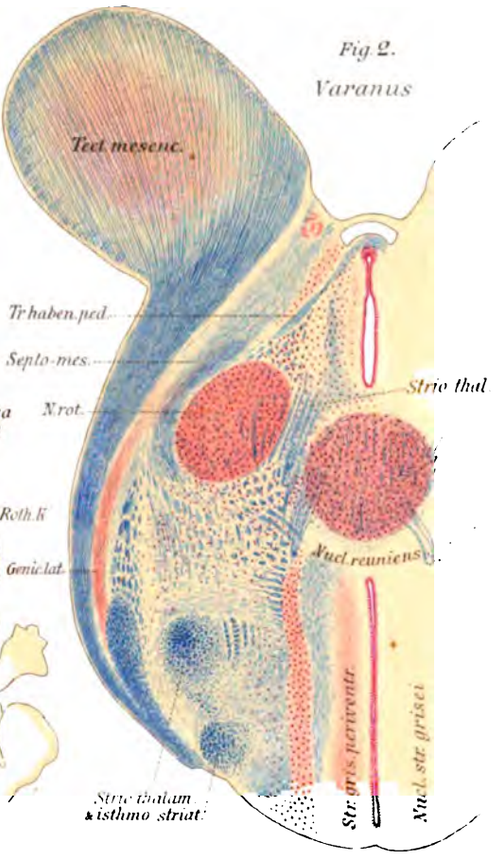


Fig. 2.
Varanus

Fig. 5. Chelone

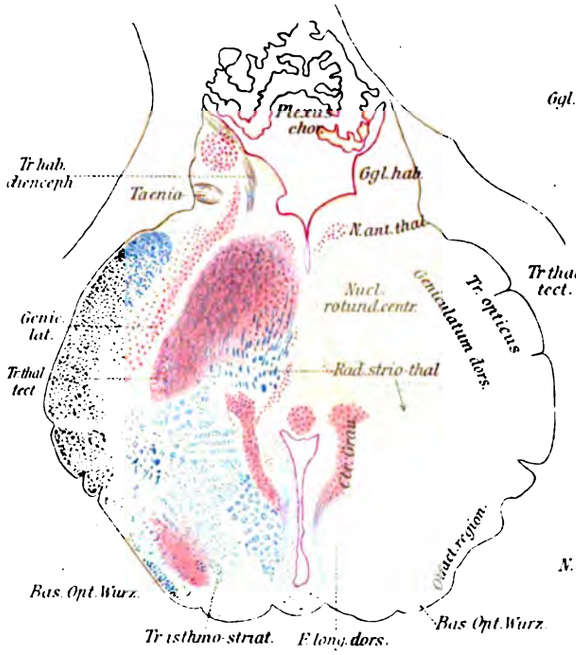


Fig. 3. Varanus

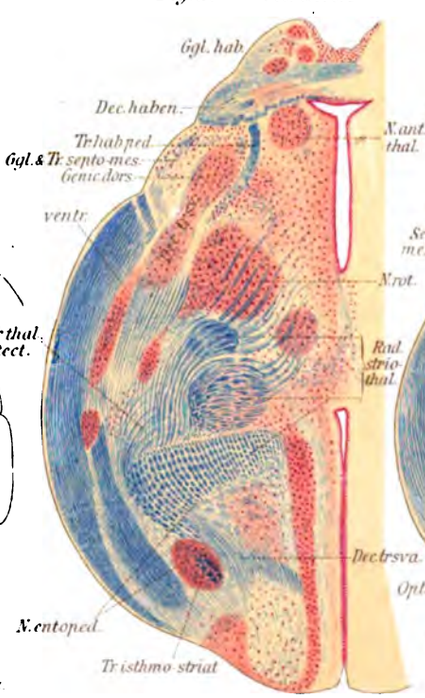
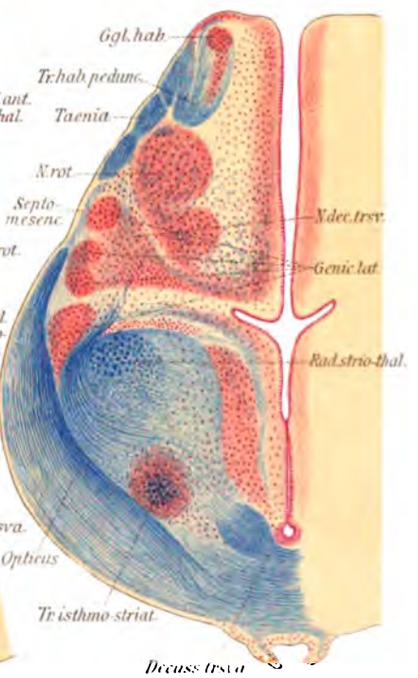


Fig. 4. Varanus



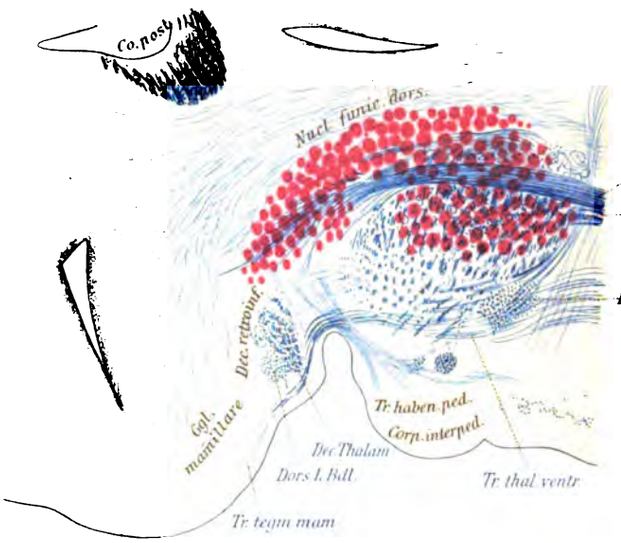


Fig. 1.
Zamenis

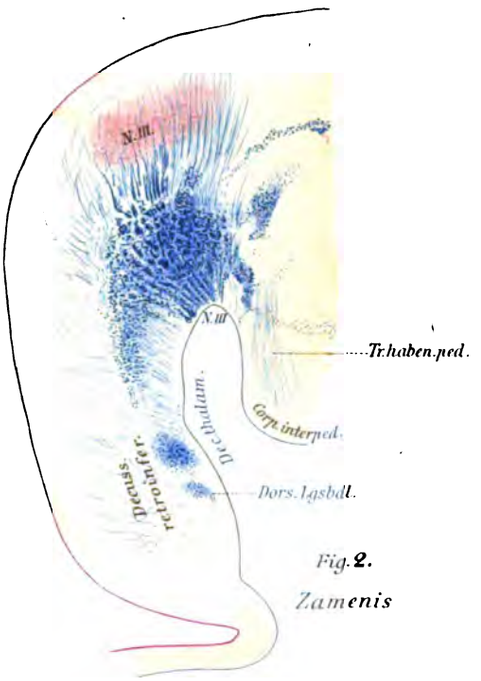


Fig. 2.
Zamenis

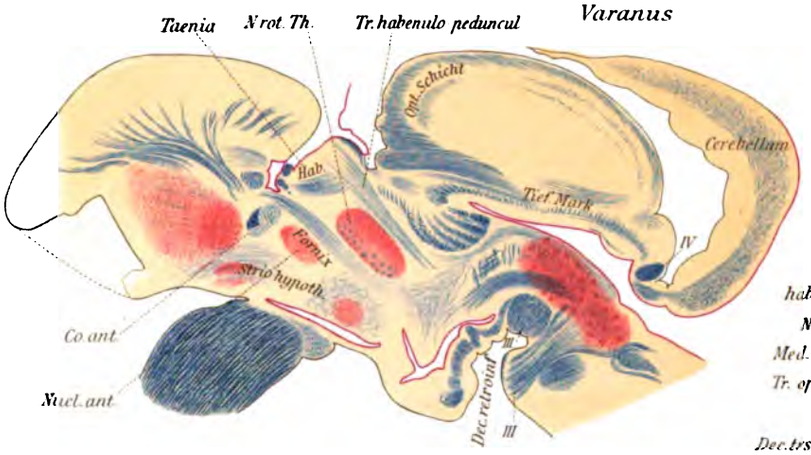


Fig. 3.
Varanus

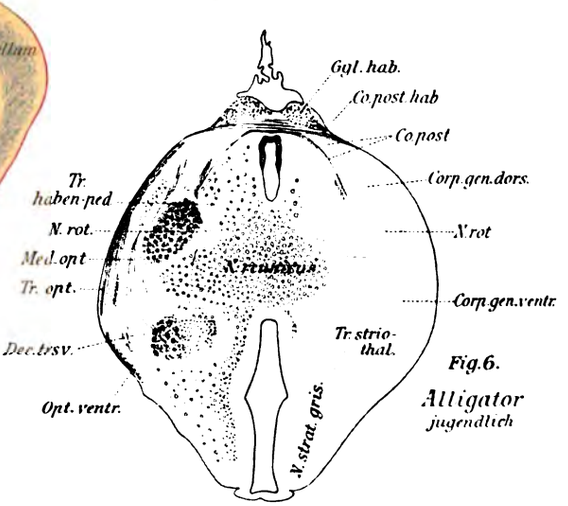


Fig. 6.
Alligator
jugendlich

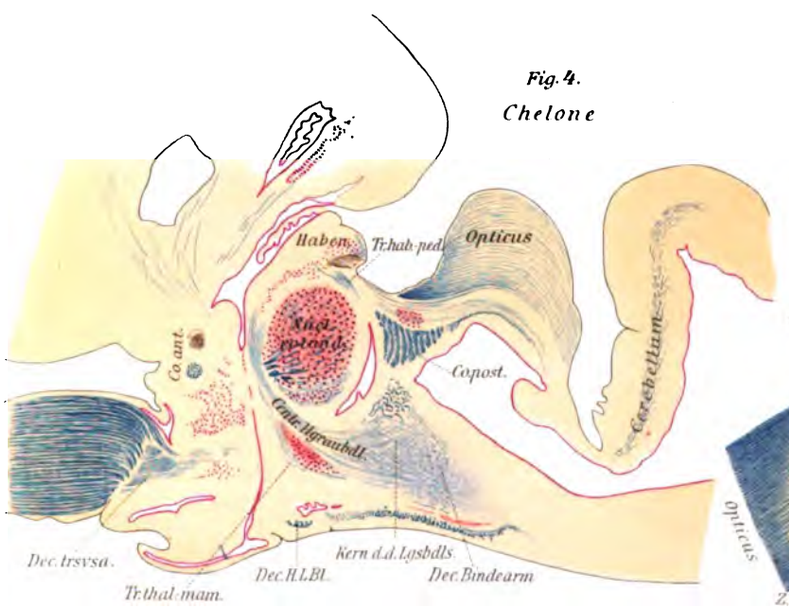


Fig. 4.
Chelone

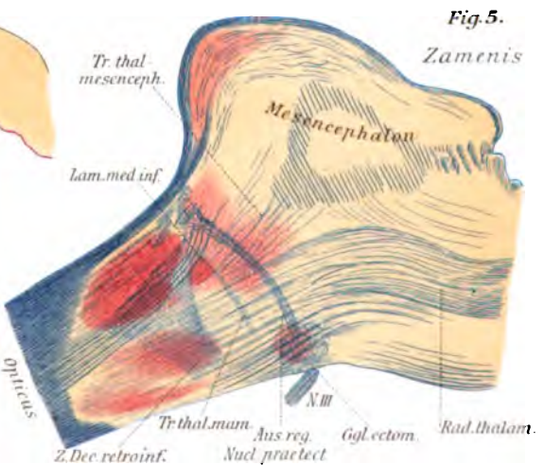


Fig. 5.
Zamenis

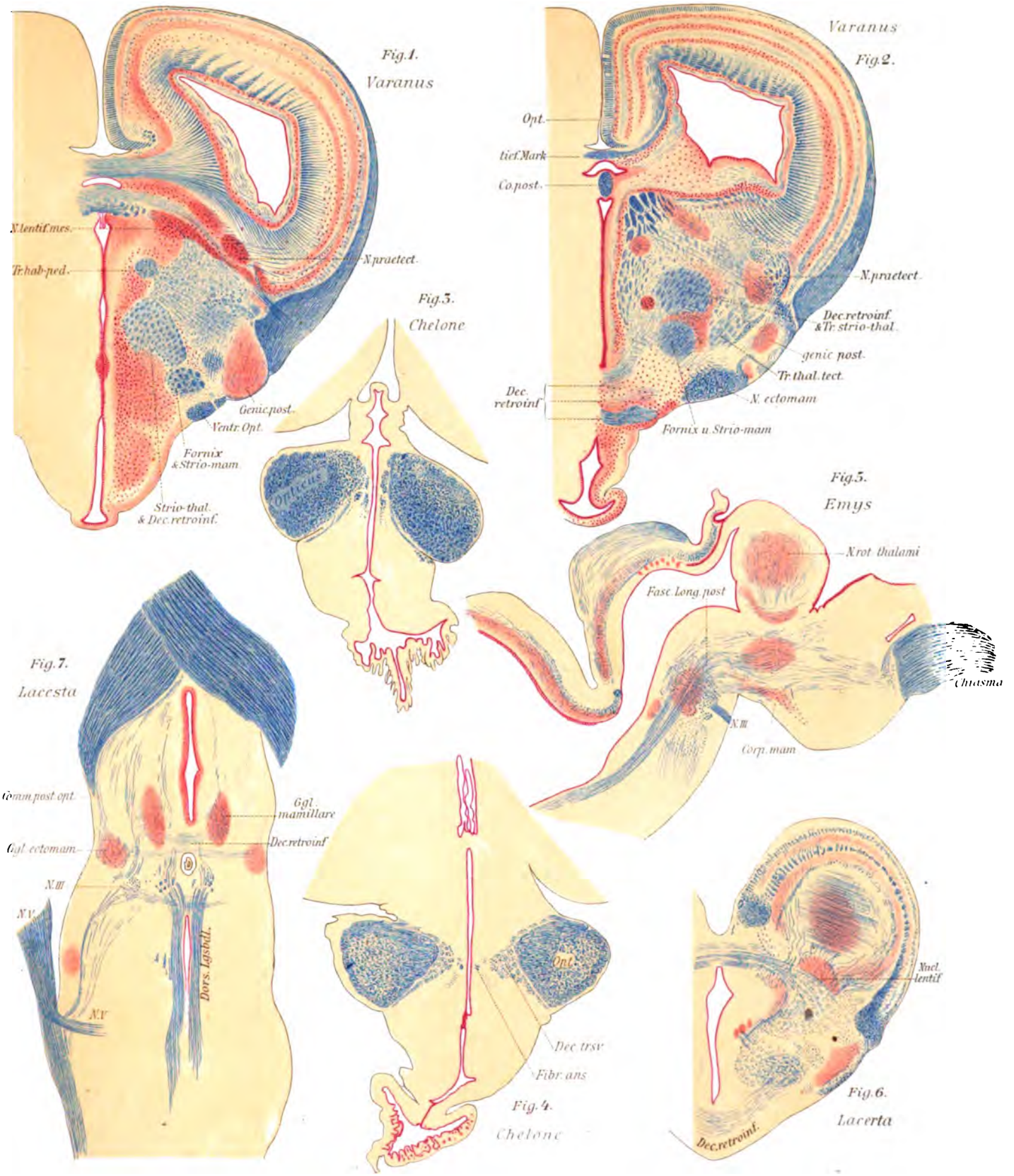


Fig. 1.
Varanus
N. lentif. mes.
Tr. hab-ped.
N. praetect.
Genic. post.
Ventr. Opt.
Fornix & Strio-mam.
Strio-thal. & Dec. retroinf.
Fig. 2.
Varanus
Opt.
tief. Mark
Co. post.
N. praetect.
Dec. retroinf. & Tr. strio-thal.
genic. post.
Tr. thal. tect.
Dec. retroinf.
N. ectomam.
Fornix u. Strio-mam.
Fig. 3.
Chelone
Opticus
Fig. 5.
Emys
N. rot. thalami
Fasc. Long. post.
Chiasma
N. III
Corp. mam.
Fig. 7.
Lacesta
Comm. post. opt.
Ggl. mamillare
Ggl. ectomam.
Dec. retroinf.
N. III
N. V.
Dors. Lgsbdl.
N. V
Opt.
Dec. trsv
Fibr. ans
Fig. 4.
Chelone
Nucl. lentif.
Fig. 6.
Lacerta
Dec. retroinf.

Untersuchungen

über

die vergleichende Anatomie des Gehirnes

von

Dr. **Ludwig Edinger** in Frankfurt a. M.

---

5. Untersuchungen über das Vorderhirn der Vögel

in Gemeinschaft mit Dr. A. Wallenberg in Danzig und Dr. G. M. Holmes in London.

Mit sieben Tafeln und elf Textabbildungen.

1902

Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirnes

von

Dr. **Ludwig Edinger** in Frankfurt a. M.

5. Das Vorderhirn der Vögel

in Gemeinschaft mit Dr. A. Wallenberg in Danzig und Dr. G. M. Holmes in London.

Seit dem Jahre 1893 habe ich mich fast unausgesetzt bemüht, das Vogelhirn in seiner Faserung verstehen zu lernen. Je mehr sich die hierauf gerichteten Untersuchungen ausdehnten, je mehr Arten etc. berücksichtigt wurden, um so schwieriger erschien die Lösung der zahlreichen immer neu auftauchenden Probleme. Hier besteht nicht, wie bei den Reptilien, über die im letzten Hefte dieser Beiträge berichtet ist, eine relative Gleichartigkeit des Baues, sondern es zeigen sich bei den einzelnen Gattungen sehr deutliche Differenzen. Um sie zu verstehen bedarf es, der Gedanke drängte sich immer wieder auf, einer neuen, möglichst auf die Entwicklungsgeschichte und auf weitgehender Vergleichung aufgebauten Durcharbeitung der allgemeinen Morphologie. Es mußte versucht werden die einzelnen Abteilungen des Hemisphaerium, die bisher nach mehr oder weniger äußerlicher Ähnlichkeit den Abteilungen des Säugergehirnes homologisiert worden waren, so nach Bau und Faserbeziehungen zu studieren, daß eine sichere Deutung möglich war. Auch wurde es immer klarer, daß wir einer viel sichereren Kenntnis des Faserverlaufes und vor allem einer viel eingehenderen Kenntnis der einzelnen Züge nach Anfang und Endpunkt bedurften, als man sie zu Beginn dieser Studien geben konnte. Nachdem ich mich überzeugt, daß die Schnitt- und Färbe-

methode hier nicht ausreichte, habe ich zunächst mit Dr. Jensen in Straßburg, und später allein, eine Anzahl Tauben am Gehirn verstümmelt und die sekundär auftretenden Degenerationen mit der Überosmiumsäurereaktion verfolgt. Später hat Herr Dr. Adolf Wallenberg diese Seite der von nun an gemeinsam diskutierten Untersuchungen selbständig übernommen. Er hat seit 1896 bis heute gearbeitet und im Wesentlichen das geschaffen, was in dieser Arbeit über Sekundärdegenerationen mitgeteilt wird. Auch die Einteilung der Brachia cerebri, welche eben nur nach degenerierten Präparaten präzis zu machen ist, stammt wesentlich von Wallenberg. Als dann eine genügende Übersicht gewonnen war, galt es an einer möglichst großen Zahl von Arten das Erkannte wieder zu finden, Abweichungen zu notieren, Variationen zu erkennen und das zunächst für wenige Vögel Erkannte auf breitere Basis zu stellen. Zur Lösung dieser Aufgabe gesellte sich mir Herr Dr. G. M. Holmes aus Dublin.

Man kann das Vorderhirn der Vögel am besten verstehen, wenn man auch den Thalamus kennt. Wenn aus äußerlichen Gründen in diesem ersten Hefte die Beschreibung des Thalamus noch wegfällt, so mag zur Orientierung zunächst auf die Darstellung derselben verwiesen werden, welche Wallenberg und ich vor drei Jahren im Anatomischen Anzeiger, Bd. XV, 1899 gegeben haben. Aufgabe dieser Arbeit ist zunächst eine Schilderung der Form, der inneren und der äußeren, zu geben, die Ganglien und Faserzüge zu deuten, welche im Vogelhirn gefunden werden. Wurde auch im Verlaufe der Arbeit das eigentlich Histologische berücksichtigt, so hat es sich doch als zweckmäßig erwiesen, dasselbe zunächst noch nicht zu schildern. Es enthüllt sich ein Reichtum von feineren Formverhältnissen und Faserbeziehungen, der durchaus einer vertieften Bearbeitung noch bedarf. Eine solche wird leichter möglich sein, wenn, wie es zunächst hier geschehen soll, einmal die mikroskopische Anatomie in Umrissen festgestellt ist.

I. Übersicht der angewandten Untersuchungsarten.

Die Aufgabe, welche ich mir gestellt, die wichtigsten Faserzüge im Vogelgehirn einmal so vollständig zu überblicken, daß sie überall, wo sie existieren, wiedergefunden werden können, und daß Faserbahnen oder Kerne, welche etwa außer den bekannten auftreten, sich als neue abscheiden lassen, verlangte zunächst weniger ein extensives Material als das intensive Bearbeiten einiger Typen.

1. Material.

Für die äußere Form und zur vorläufigen Orientierung standen mir aus dem hiesigen Zoologischen Garten, dessen Direktor, Herrn Dr. Seitz ich abermals für seine immer bereite Unterstützung bestens zu danken habe, sehr viele Arten zur Verfügung. Die wertvollsten vielleicht, wenigstens vom Gesichtspunkte der Seltenheit, waren 5 Struthio camelus.

Verzeichnis der benutzten Arten.

Die seriatim untersuchten mit * verschen. Viele Tiere in mehreren Exemplaren.

Coracornithes.

– *Turdus, spec.? –

*Liothrix luteus.

*Erithacus rubeculus und E. tithys, Sylvia atricapilla, *Sylvia hortensis, *Dryospica canaria, *Carduelis elegans, *Fringilla spec.?, Fringilla chloris, Fringilla coelebs, *Passer domesticus, Pyrrhula vulgaris, Coccothraustes vulgaris, Eupleca franciscanus, Eupleca melanogaster, *Spermestes atricapilla und Spermestes Swinhoei, *Grallina australis, *Accentor alpinus, *Euphone violacea, Motacilla alba, *Lamprothornis aeneus.

*Oriolus galbula.

*Corvus corax.

*Hirundo domestica.

*Picus martius, Picus spec.?, Dacelo gigas, Eurystomus orientalis, *Buceros bicornis, *Cuculus canorus, *Strix spec.?

Psittacornithes.

*Psittacus erythacus.

*Palaeornis rosa, Palaeornis fasciatus, Platicercus flaveolus, Psittacula cana, Psephotus haematonotus, *Brotogeryx xanthoptera, *Ara spec.?, *Bolborhynchus lineolatus, Androglossa aestiva, Androglossa viridigenalis.

Alectoridornithes.

*Gallus bankiva. *Phasianus Amherstiae, *Perdix cinerea.

Peliornithes.

*Columba domestica, *Columba livia, Turtur auritus.

Phalaridornithes.

*Rallus aquaticus, Gallinula chloropus, *Aramides cayennensis.

Charadriornithes.

*Larus canus, Larus ridibundus, *Sterna stolida.

Vanellus spec.?, *Machaetes pugnax, Totanus spec.?, *Tringa spec.?

Pelagornithes.

Ibis spec.?, *Ardea alba, *Anser vulgaris.

Struthiornithes.

*Struthio camelus.

2. Morphogenesis.

Als es sich darum handelte, die einzelnen Teile des Vorderhirnes sicher zu deuten, stellte sich heraus, daß bei dem vieluntersuchten Hühnchen neue Nachforschungen nötig waren, welche zeigen mußten, welche Teile dem Stammganglion, welche dem Pallium entwicklungsgeschichtlich zuzurechnen seien. Ich habe daher eine große Anzahl von Schnittserien durch verschiedene Vögel aus verschiedenem Brutalter durchgearbeitet, welche mir freundlichst von Prof. Schwalbe in Straßburg und Prof. Kaibel in Freiburg zur Verfügung gestellt worden waren. Beiden Herren sage ich hier meinen besten Dank.

3. Markscheidenfärbung erwachsener Gehirne.

Von den oben erwähnten Vögeln wurden eine Anzahl ausgewählt, deren Gehirne in Serien geschnitten wurden. Es sind die mit * bezeichneten Arten. Vielfach sind von der gleichen Art sehr viele Exemplare geschnitten worden, vom Huhn z. B., von der Taube, vom Sperling. Die Serien, welche Schnitten in allen drei Hauptrichtungen entstammen, wurden mit der Markscheidenmethode von Weigert so gefärbt, daß alle markhaltigen Nervenfasern auf hellem Grunde dunkelblau sichtbar wurden.

4. Untersuchung der Markscheidenbildung bei Embryonen.

Es hat sich aber schon zu Beginn der Studien gezeigt, daß die Faserung viel zu kompliziert war, als daß sie am ausgebildeten Gehirne hätte vollständig erkannt werden können. Aus diesem Grunde sind eine ganze Anzahl Serien von eben ausgekrochenen Hühnern und Sperlingen, von Hühnern, die 12 Stunden, von solchen die 60 Stunden und von solchen die 8 Tage gelebt hatten, geschnitten und untersucht worden. Außerdem kamen

viele andere eben ausgekrochene Vögel, deren Liste man unten finden wird, in einzelnen Exemplaren zur Untersuchung.

5. Experimentell erzeugte Faserdegenerationen.

Nachdem schon 1896 erkannt war, daß die erwähnte Methodik nicht ausreichte, alle Fasern in ihrem Verlauf mit genügender Sicherheit festzustellen, verband ich mich mit A. Wallenberg in Danzig, dessen operative Geschicklichkeit gerade auf diesem Gebiete bereits erprobt war, zu dem Plane zahlreiche kleine Einzelverletzungen des Taubengehirnes nach ihren Folgen für die Faserzüge zu studieren. Wallenberg hat dann in überaus geschickter Weise ca. 80 Tauben und 2 Gänse operiert und später an Schnittserien, welche die Degenerationsprodukte geschwärzt enthalten mußten, die Degenerationen verfolgt. Mehr als 50 Tauben und 2 Gänse erwiesen sich brauchbar. Es hat einer langen Korrespondenz und wiederholter gemeinsamer Besprechung der Präparate bedurft, ehe über die mannigfachen Bilder, welche hier zu Tage gefördert wurden, eine Übersicht gewonnen werden konnte, und ehe es gelang sie mit den durch die Markscheidenfärbung erlangten Resultaten in Übereinstimmung zu bringen. Die Technik, welche Wallenberg benutzte ist die Folgende:

Die Tauben wurden bei allen Versuchen in Tücher gewickelt, die mit einer Öffnung für Hals und Kopf versehen waren. Nach Entfernung der Federn wurde die Kopfhaut abgeseift, mit Sublimatlösung $^1/_{1000}$ gewaschen und gewöhnlich in der Medianlinie von der Verbindungslinie der frontalen Lidwinkel bis zur Ansatzlinie der Nackenmuskeln durchtrennt. Sollten basale Teile des Temporal- und Occipitalhirns verletzt werden, so mußte der Schnitt parallel und 2—3 mm hinter dem lateralen (caudalen) Augenhöhlenrande angelegt werden. Bei jungen Tauben sind die Schädelknochen so dünn und durchsichtig, daß sich die Grenzen der Großhirnhemisphären deutlich gegen die Umgebung abheben, mit Ausnahme des Frontalpoles mit dem Bulbus und Lobus olfactorius. Bei älteren Tieren giebt die Coronarnaht einen guten Anhaltspunkt für die Stelle ab, an der die Oberfläche des Occipitalhirns sich anschickt ventralwärts und caudalwärts sich zu senken. Die caudale Grenze der Großhirnhemisphären liegt noch 2—4 mm hinter der Coronarnaht. Je nach der beabsichtigten Läsionsstelle wurde dann nach Abschabung des Periostes ein viereckiges Knochenstück durch ein vorne abgestumpftes Messer (um die Dura nicht zu verletzen) hinten, lateral und vorne vorsichtig durchtrennt und nach der Mittellinie zu umgeschlagen. Bei Läsion medialer Hemisphärengebiete reichte die vordere und hintere Grenze noch 1—2 mm auf die andere Seite der Sagittalnaht hinüber. Der Knochenlappen wurde bei Basis-Verletzungen an der vorher erwähnten Stelle so gebildet, daß die Ausdehnung des Rechtecks von vorne nach hinten 3—4 mm, von oben nach unten 6—8 mm betrug. Das weitere Vorgehen war verschieden, je nachdem eine Rindenläsion, Striatum-Verletzung oder Thalamus-Zerstörung beabsichtigt war.

a) Rindenläsion: Die freigelegte Hemisphären-Fläche wurde entweder ohne Verletzung der Dura so lange unter Chloräthyl-Spray gestalten, bis sie weiß erschien, oder es wurde nur die Dura abgezogen, oder es wurde die so freigelegte Rinde noch mit einem in Carbolsäure oder Salpetersäure getauchten Wattestückchen betupft. Die letzte Methode ist unsicher, weil die Zerstörung fast stets über die Rinde hinaus in die Tiefe dringt und angrenzende Striatum-Teile mitverletzt. Für reine Rindenläsion genügt oft die Spaltung der Dura.

b) Striatum-Verletzung: Entweder Salpetersäure- oder Carbolsäure-Ätzung nach Durchschneidung der Dura oder Abtragung der Oberfläche mit krummer Scheere oder Abtrennung ganzer Hemisphären-Abschnitte mit Gräfe'schem Messer.

c) Thalamus-Läsionen: In der Coronarnaht oder 1—2 mm vor derselben wird in einer Entfernung von 1—3 mm von der Medianlinie entweder eine Nadel 9—11 mm tief, parallel mit dem Schnabelrücken eingestoßen, oder an die gleichen Stellen ein Laminaria- resp. Tupelo-Stück (nach dem von Wallenberg seit 14 Jahren geübten Verfahren) eingebracht, das durch seine Quellung eine umschriebene Zerstörung von 5—10 Cubikmillimetern Ausdehnung innerhalb des Thalamus an verschiedenen vorher annähernd zu bestimmenden Stellen verursacht, bei minimaler Mitverletzung der Rinde und des Striatum und ohne nennenswerte Druckwirkung auf die Umgebung. Eine nähere Schilderung des Verfahrens sei hier zur Nachprüfung beigefügt. Um den Kolbenstempel einer Pravatz-Spritze wird dünnster Blumendraht gewickelt, das freie Ende desselben durch die vorne abgestumpfte möglichst feine Canule hindurchgeführt. Das angespitzte Drahtende läßt sich ohne Schwierigkeit mit ca. 1 mm langen, 1½ mm breiten, in Formoldampf oder im Brütofen sterilisierten, kegelförmigen Laminaria- oder Tupelostück derart armieren, daß die Spitze des Kegels nach vorne gerichtet ist. Der Draht wird jetzt mit dem Kolben so weit in die Canule zurückgezogen, daß der Laminaria- (resp. Tupelo-) Kegel genau die Verlängerung der Canule bildet und gleichzeitig die abgefeilte Canulen-Spitze ersetzt. Wird die so armierte Spritze-Canule jetzt anstatt der vorhin erwähnten Nadel in den Thalamus gestoßen, dann der Kolben mit dem Draht schnell zurückgezogen, zuletzt die Canule selbst entfernt, so muß notwendigerweise der Quellkörper an dem gewählten Orte bleiben, weil er nach dem Zurückziehen des Drahtes nur noch lose auf der abgestumpften Canulenspitze sitzt und derselben nicht mehr folgen kann, wenn sie den Stichkanal wieder verläßt.

Also: 1. Tempo: Einstechen der Pravaz'schen Spritze mit dem am Draht befestigten Quellkörper bis zu einer vorher genau bestimmten Tiefe (Glasperle und Drahtring auf der Canule als Zeichen); 2. Tempo: Zurückziehen des Drahtes mit dem Kolben (empfehlenswert ist eine Drahtschlinge am hinteren Kolbenende für den zurückziehenden Zeigefinger); 3. Tempo: Zurückziehen der Canule. Die ganze Prozedur, deren Technik selbstverständlich noch sehr verbesserungsfähig ist, dauert nur wenige Sekunden.

Das resecierte Knochenstück wurde nach allen Operationen wieder zurückgeklappt. Naht, Collodiumverband. Nach 10 Tagen wurde das Tier getötet, das Gehirn 3 Tage in Formol-Müller $^1/_{10}$, dann ca. 5 Tage in Müller gelegt, in dünne Scheiben geschnitten, ca. 2 Wochen in Marchi-Lösung; Celloidin-Einbettung; Closet-Papier-Serien direkt auf die Objektjäger gebracht und mit Sandarac-Lack übergossen.

6. Färbungen und Silberimprägnationen der Zellen.

Obgleich eine eigentliche histologische Durcharbeitung des Vogelgehirnes außerhalb des Planes dieser Arbeit lag, mußte doch behufs Feststellung der einzelnen Bestandteile, der Rinde, der Ganglien etc. eine große Anzahl Zellfärbungen vorgenommen werden. Es kamen vorwiegend in Betracht die Nißl'sche Methode der Färbung mit Methylenblau, mit der mehrere Taubenserien gefärbt wurden und das Golgi'sche Verfahren der Silberimprägnation. Dasselbe hat uns namentlich an jungen Sperlingen dann aber auch an Tauben und Hühnern gute Bilder gegeben. Auf dieselben wird im Texte dieses Heftes nur selten zurückzukommen

sein, da ein größeres Material erworben werden muß, ehe die bei der Zellimprägnation auftauchenden Fragen der Beantwortung zugänglich werden.

II. Historisches.

Schon seit dem 18. Jahrhundert haben sich die Anatomen vielfach mit der äußeren Form des Vogelgehirnes beschäftigt. Es sind namentlich die Namen: A. von Haller, Serres, Tiedemann, Leuret, A. Meckel, welche als diejenigen der Begründer unseres Wissens von der äußeren Form, von den an der Oberfläche sichtbaren Faserzügen und von den Gewichtsverhältnissen des Vogelgehirnes erwähnt werden müssen. Stieda (3) war dann, wie für andere niedere Vertebraten, so auch für die Vögel der erste, welcher auf guten Schnitten den inneren Bau zu ergründen versucht hat. Was bis 1883 bekannt war, findet man in der Einleitung der trefflichen Arbeit von Bumm (2) zusammengestellt. Es war nicht allzuviel. Erst mit der erwähnten Arbeit, die in der That zu den klassischen der vergleichenden Hirnanatomie zu zählen ist, beginnt eine wirkliche Kenntnis des inneren Baues. Der wesentliche Inhalt dieser Bumm'schen Arbeit, die als Ausgangspunkt aller späteren Studien gelten muß, ist etwa der Folgende:

Das Großhirn der Vögel ist von dem Zwischenhirn scharf getrennt und grenzt mit seinem kaudalbasalen Rande an die Ventralseite des tief herunter gerückten großen Mittelhirndaches. Bei einigen Arten überdeckt es sogar dies Dach um etwas, besonders bei den Singvögeln. An der in der Mitte meist etwas ausgehöhlten Vorderhirnbasis lassen sich bei den verschiedenen Arten sehr verschieden ausgebildet zwei Höcker unterscheiden, ein medialer länglicher, der nach Lage und Gestalt an die „basalen Deckplatten des Streifenhügelkopfes der Nager erinnert", und ein kaudaler, der seitlich an der Basis da liegt, wo bei den Säugern der Lobus pyriformis gefunden wird. Er ist bei den Papageien so ausgebildet, daß man an einen Schläfenlappen denken kann. Die Riechhöcker sind bei den verschiedenen Arten sehr verschieden entwickelt und bei einzelnen von dem Stirnteil des Vorderhirnes überdacht, bei den meisten aber an dessen frontaler Spitze vortretend. Bei der Gans wiegen sie den 67. Teil des ganzen Großhirnes, bei dem Bussard nur den 513. Teil. Bei den meisten Vögeln verläuft quer über die Basis, vor dem hinteren Basalhöcker eine bald mehr bald weniger deutliche Furche.

Von Markbündeln erkennt man an der Basis den „Hirnschenkel" aus dem Großhirn, das „Markbündel der Scheidewand", das jenen umgreift, um am frontalen Rand des Optikus in das Zwischenhirn zu treten und schließlich das bereits von Meckel gesehene „basale

Markbündel". Aus dem Vorderrand der Hirnbasis entspringend ziehen dessen Fasern über die Basis hinweg rückwärts und verschwinden unter dem hinteren Basalhöcker. Die dorsale Gehirnoberfläche ist entweder glatt oder läßt bei einigen Arten einen flachen sagittal nahe der Oberkante verlaufenden Wulst erkennen, der mehr oder weniger lang über die Hemisphären dahinzieht. Bumm beschreibt dann ausführlich die mediane Scheidewand, auf der ein damals längst bekannter Fächer weißer Markfasern, das Markbündel der Scheidewand, verläuft, die Commissura anterior, das dorsal von ihr liegende von Meckel als „Balkenrudiment" bezeichnete Querbündelchen und die ventral von der Commissura anterior dahinziehenden Hirnschenkel, in denen er eine dorsale von einer ventralen Abteilung — Meckel hatte drei Züge unterschieden — abscheidet. Der spaltförmige Ventrikel ist medial und caudal nur durch eine dünne Wand vom Schädel geschieden. Am ventralen Ende verdünnt sich die caudale Wand zu einem feinen Plexus. Die Hauptmasse des Gehirnes wird von dem mächtigen in den Ventrikel ragenden „Streifenhügel" gebildet. Er ist an seiner ganzen Oberfläche von einer schlecht ausgebildeten Rinde überzogen. Ein Stabkranz fehlt. Diese Rinde, „Streifenhügelrinde", wird ebenso wie die der Scheidewand genauer beschrieben. Das Grau des mächtigen Streifenhügels wird von zwei gewellten Schichten weißer Markfasern unterbrochen. Eine Spaltung in Nucleus lentiformis und caudatus ist nicht nachweisbar.

Im lateralen Gebiete des Striatum liegt ein an Markfasern sehr reicher, linsenförmiger Kern, den Bumm geneigt ist als Putamen aufzufassen.

Im lateral-ventralen Gebiete des caudalen Striatum liegt der „Mandelkern", ein wohl charakterisierbares von Rinde überzogenes Gebilde.

Von markhaltigen Faserbündeln kennt Bumm die Folgenden:

1. Das Scheidewandbündel. Aus der Rinde der medialen und caudalen Ventrikelwand zum Mittelhirndache.
2. Mark der Großhirnrinde. System a, in sagittaler Richtung unter der lateralen und dorsalen Rinde zwischen dieser und dem Striatum rudimentär entwickelt. System b, radiär in den Hirnschenkel einstrahlende Fasern, welche auf ihrem Weg ventralwärts das Striatum durchbrechen und in seinen Schichten einmal horizontal aus ihrem Wege abgelenkt werden, ehe sie wieder radiär ventralwärts ziehen.
3. Die Hirnschenkel. Aus den mächtigen Hirnschenkeln ziehen die Fasern zum Teil in die ebengenannte Rindenstrahlung, zum Teil in die Wellenlinien des

Striatum, wo sie zum Teil in die ventralen, zum Teil in die dorsalen hinein reichen. Von den Wellenlinien aus geraten sie nach jeweiliger Ablenkung in die Horizontale der benachbarten Streifenhügelgebiete.

4. Mark des Mandelkernes. In der Nähe des Mandelkernes entspringen zwei Bündel. Eines überschreitet als Commissura anterior die Mittellinie um im gegenüberliegenden Mandelkern zu enden, das andere wendet sich, die Commissura anterior in medialeren Gebieten dorsal umgreifend als dorsale Abteilung des Pedunculus cerebri caudalwärts. Dieses Bündel war übrigens schon Meckel bekannt und ist identisch mit seinem dritten mittleren Hirnschenkelbündel.
5. Markhaltige Commissur der Ventrikelwand dorsal von der Commissura anterior.
6. Das basale Markbündel. Enthält außer wenigen Fasern aus dem Tuberculum olfactorium namentlich zahlreiche Züge aus der ventralen Streifenhügelrinde und endet rückwärts ziehend teils im sagittalen Marke teils in dem als Putamen gedeuteten Kerne.

Abschließend möchte ich konstatieren, daß alle hier angegebenen Verhältnisse sich auch bei den neueren Nachuntersuchungen im Wesentlichen als richtig herausgestellt haben. Das muß um so mehr mit Bewunderung für den trefflichen Forscher erfüllen, wenn man erwägt wie geringwertige technische Methoden ihm, verglichen mit dem, was wir heute haben, zu Gebote gestanden haben. Eine 1891 erschienene Arbeit von Turner (5) ist denn auch im Wesentlichen nicht über die Bumm'schen Angaben hinausgekommen. Sie enthält aber die Beschreibungen der äußeren Form und der Schnitte von vielen Vogelgehirnen, auch zahlreiche Messungen und Schilderungen der Zellformen in den einzelnen Hirngebieten. Turner aber beschreibt auch, was Bumm für spätere Mitteilungen verschoben hatte, einige Ganglien des Zwischenhirnes und kaudalerer Hirnteile.

1885 erschien eine Jenaer Dissertation von Schulgin (4), deren Inhalt zwar das Bekannte nicht wesentlich vermehrte, aber doch da und dort von Wert ist, weil er Bestätigungen bringt. Leider fehlt die gründliche Vertiefung, welche Bumms Arbeit so auszeichnet. Schulgin hat viel zu früh versucht ein schematisches Bild zu zeichnen.

Lange blieb nun das Vogelgehirn fast unbearbeitet. Zwar ließ eine gute Zusammenstellung des bereits Bekannten, die Gadow (1) etwa 1888 in seiner Bearbeitung der Vögel für Bronn's Klassen und Ordnungen gab, erkennen, wo die Lücken lagen, doch erschienen

nur langsam und spärlich neue Beiträge. Die erwähnte Arbeit von Turner (5) bringt im Wesentlichen, soweit das Vorderhirn in Betracht kommt, nur Beschreibungen der äußeren Form und unsichere Angaben über die Kerne, eine ebensolche von C. L. Herrick (6) beschreibt die äußere Form einiger Arten. Doch kamen auch Arbeiten über einzelne Faserzüge. So hat Osborn (7) in seiner Arbeit über die Kommissuren auch das Vogelhirn recht eingehend berücksichtigt; dann habe ich (8) 1893 das Bündel der Scheidewand an Degenerationen studiert und 1895 in einer kleinen Arbeit (9) den Nachweis erbracht, daß es ein Faserbündel giebt, welches im Occipitallappen entspringend bis in das Mittelhirn zu den Endstätten des Sehnerven zieht. Dieses Bündel wurde von mir mehrfach durch Abtragen der occipitalen Hemisphärenhälfte zur Entartung gebracht.

Jelgersma (10) beschrieb 1897 einen Faserzug aus den Hemisphären, resp. aus dem Striatum zum Mittelhirn. Dort soll dieses ganz ventral in der Hirnschenkelfaserung liegende Bündel kreuzen und im Oculomotoriuskern enden. Eine bestimmte Frage, die ob nach Großhirnexstirpation Fasern bis in das Rückenmark entarten, ist schon früh und dann später mehrfach in Angriff genommen worden. Zuerst hat Singer (11) angegeben, daß es keine direkt entartende Fasern gebe, dann hat derselbe mit Münzer (13) diese Angabe bestätigt und es hat sich Münzer (12) allein nochmals mit der Frage beschäftigt. Sandmeyer (14) behauptete dagegen, daß wohl bei Tauben nach Großhirnexstirpation doppelseitige Rückenmarkveränderungen stattfinden. 1896 habe ich dann in dem ersten Entwurf einer Darstellung der vergleichenden Anatomie des Gehirnes (15) vielerlei über das Vogelgehirn neu beibringen können, das hier nicht angeführt werden soll, weil man dem Richtigen weiter unten ohnehin begegnen wird, das Unrichtige aber besser vergessen bleibt. In den letzten vier Jahren des 19. Jahrhunderts aber hat, vielleicht angeregt durch die zusammenfassende Darstellung der vergleichenden Anatomie, von der eben die Rede war, das Interesse am Vogelgehirn sehr zugenommen. Es erschienen in rascher Folge eine ganze Anzahl von Arbeiten über dasselbe. Was sie brachten, soll weiter unten in der Einzeldarstellung der eigenen Befunde zitiert werden, soweit die Faserung in Betracht kommt. Denn die Autoren haben alle mit den gleichen Methoden wie wir gearbeitet, mit den Zell- und Faserfärbungen und mit der Degenerationsmethode. Hier, wo zunächst nur das Vorderhirn beschrieben werden soll, kommen von diesen Arbeiten allerdings nur wenige in Betracht. Besonders reichhaltig sind die Untersuchungsergebnisse von Boyce und Warrington (16), welche sich auf das Huhn und die Taube beziehen und diejenigen von Münzer und Wiener (17). Auch eine Dissertation von Westphal (18) enthält, wenigstens in den Abbildungen, eine

gewisse Anzahl von Funden, welche die Großhirnfaserung betreffen, obgleich sie sich im Wesentlichen mit weiter kaudal liegenden Hirngebieten beschäftigt. Durch diese Arbeiten sind mehrere Bumm noch unbekannte Faserzüge gefunden und, was diesem für keinen einzigen mit Sicherheit gelingen konnte, nach Ursprung und Ende festgelegt. Was uns selbst bis Anfang 1899 bekannt war, haben wir damals kurz veröffentlicht (19). Mehreres davon ist hier korrigiert, sehr viel ist zugefügt.

Mit der Gesamtmorphologie haben sich von den neueren nur Münzer und Wiener beschäftigt. Sie studierten die Taube und es wird bei der Besprechung der Formverhältnisse auf Einiges hierher Gehörige noch referierend einzugehen sein. S. S. 355.

Die eigentliche Histologie des Vogelgehirnes ist noch ganz zu schaffen. Abgesehen von einzelnen Angaben bei älteren Autoren über Form der Zellen etc. liegt kaum etwas vor, das mit neuerer Technik durchgearbeitet ist. Nur die Arbeit von Cl. Sala y Pons 20 beschäftigt sich eingehender mit der Struktur eines kleinen Teiles der Rinde.

Besser als das Vorderhirn sind die Teile vom Mittelhirn kaudalwärts histologisch untersucht, namentlich hat das sehr interessante Tectum opticum, der Cochlearisursprung und das Rückenmark mehrfach eingehende Bearbeitung gefunden. Doch werden diese Studien in diesem nur dem Vorderhirn gewidmeten Hefte nicht zu berücksichtigen sein.

So hat sich das Bild des Vogelvorderhirnes allmählich mehr und mehr kompliziert. Indem wir nun hieran weiter arbeiteten, kamen wir zu dem uns sehr überraschenden Schluß, daß dieses Vorderhirn noch sehr viel vollkommener mit Faserzügen und Zellgruppen ausgerüstet ist, als wir selbst und als unsere Vorarbeiter es vermutet hatten und daß es sich wohl lohnen mochte, einmal, soweit irgend möglich, alle einzelnen derartigen Gebilde so zu ermitteln, daß ein annähernd vollständiges Gesamtbild entstehen kann. Diese Untersuchung war keine leichte. Heute, wo wir ein ungefähres Ziel erreicht haben, wo es vor Allem uns gelungen ist, die einzelnen Hirnteile mit einer viel größeren Sicherheit zu bezeichnen, als das früher möglich war, erscheint uns selbst — und dem Leser wird es wohl kaum anders gehen — das Ganze so einfach, daß unser langes Hin- und Herschwanken über die Deutung der einzelnen Teile, die zahlreichen anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Studien, die wir, nur um diese Deutung sicher zu stellen, angestellt haben, uns selbst kaum begreiflich erscheinen. Denn wir sind schließlich nicht nur vielfach zu den alten Bumm-schen Anschauungen gekommen, die sich heute aber erst begründen lassen, sondern wir haben auch von neuem den Satz bestätigt gefunden, den ich 1887 im ersten Hefte dieser Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Gehirnes bereits niedergeschrieben habe, dass nämlich das Vogelgehirn im Gegensatze zu denjenigen anderer Vertebraten ganz vorwiegend

durch die Entwicklung des Stammganglion, welche relativ viel bedeutender ist, als die Rindenausbildung, charakterisiert sei.

Die gesamte ältere Literatur ist gesammelt und teilweise ausgezogen bei:

1. Gadow: Vögel, in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. 6. Band, 4. Abtheilung 1, S. 325.

Neuere Literatur.

2. Bumm, A.: Das Großhirn der Vögel. Ztschrft. f. wiss. Zoologie, Bd. 38, 1883.
3. Stieda: Studien über das zentrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. 19, 1869.
4. Schulgin: Die Phylogenesis des Vogelgehirnes. Diss. Jena 1885.
5. Turner: The avian brain. Journ. of comparative neurology. Vol. 1.
6. C. L. Herrick: Illustrations of the surface anatomy of the brain of certain birds. ibidem vol. 3, 1893.
7. Osborn: The origin of the corpus callosum etc. Morph. Jahrbuch. Bd. 12, 1886.
8. Edinger: Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane. 5. Auflage.
9. Derselbe: Über die Entwicklung des Rindensehens. Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. 27, H. 3, 1895.
10. Jelgersma: De Verbindungen van de grote hersenen bij de vogels met de Oculomotoriuskern. Psychiatr. en neurol. Bladen 1897, No. 1.
11. Singer: Über sekundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes. Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. 84. 1881.
12. Münzer: Beiträge zum Aufbau des Zentralnervensystemes, Prager med. Wochenschrift, 1895.
13. Singer und Münzer: Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystemes. Denkschrift d. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. naturw. Klasse, Bd. 57, 1890.
14. Sandmeyer: Sekundäre Degeneration nach Extirpation motorischer Rindencentren. Zeitschrift f. Biologie. Neue Folge, Bd. 10.
15. — Vorlesungen etc. 5. Auflage, S. 1.
16. Boyce und Warrington: Observations on the Anatomy, Physiology und Degenerations of the nervous system of the bird. Proceedings of the Royal Society Vol. 64, 1898.
Dasselbe ausführlicher, mit Tafeln in Philosophical Transactions of the Royal Society. Series B. Vol. 191, p. 293, 1899.
17. Münzer und Wiener: Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystemes der Taube. Zeitschrift, Monatsschrift f. Psychiatrie und Neurologie, Bd. 3—4, 1898.
18. Westphal: Über Acusticus, Mittel- und Zwischenhirn der Vögel. Diss. Berlin, 1898.
19. Edinger und Wallenberg: Untersuchungen über das Gehirn der Tauben. Anatomischer Anzeiger, Bd. 15, 1899.
20. Cl. Sala y Pons: La corteza cerebral de las aves. Madrid. N. Moya, 1893.

III. Die Form und ihre Entwicklung. Mantel und Stammhirn. Nomenclatur.

Wer zuerst Schnitte durch ein Vogelgehirn macht, wird immer in gewisser Verlegenheit sein, wie er in dem zunächst kompakt erscheinenden Hauptkörper, der nur von wenigen helleren Linien durchzogen wird, die Verhältnisse wiedererkennen soll, welche aus

dem Gehirne aller anderen Wirbeltiere vertraute sind. Selbst bei Zuhülfenahme von Zellfärbungen (Thionin etc.) fällt es schwer zunächst eigentliche Unterabteilungen zu erkennen und es steigen Zweifel auf ob die Bumm'sche Darstellung, wonach eine Rinde überall den mächtigen Streifenhügel überzieht, richtig ist. Fehlt doch ganz der bei den anderen Vertebraten lateral zwischen Stammganglion und Rinde liegende Ventrikelspalt. Und wenn man dann durch sorgfältigste Untersuchungen feststellen kann, daß wirklich die Bumm'sche Auffassung vollständig richtig ist, wie mir das schon 1895 gelungen ist, so tauchen doch im Verfolg der Arbeit immer wieder neue Zweifel auf. Man erkennt immer mehr, daß die einfache Untersuchung des ausgebildeten normalen Gehirnes hier nicht ausreicht und dann, daß eine sehr genaue Kenntniß der bei nahestehenden Gehirnen, etwa dem Schildkrötengehirn, vorliegenden Verhältnisse nötig wird, um das zu deuten, was zunächst recht unsicher erscheint. Ist man dann zur Ueberzeugung gelangt, daß eine Rinde das mächtige Stammganglion überzieht, so erheben sich sofort neue Schwierigkeiten bei der Frage wie die in jenem mächtigen Körper abgrenzbaren Abteilungen, wie die Ganglien und die „Wellenlinien" etc. zu deuten sind. Außer Bumm haben sich eingehend mit diesen Dingen nur Münzer und Wiener (17) beschäftigt. Münzer und Wiener fassen die äußerste Schicht mit Bumm als Rinde, den inneren Kern mit diesem als Striatum auf. Die erstere ist durch eine „Zellenschicht" mindestens in einem großen Teil des Gehirnes von dem letzteren getrennt. Innerhalb des Striatum lassen sich durch zwei „Wellenlinien" drei Kerne oder Abteilungen scheiden, zu denen noch die lateral und caudal gelegene Zellmasse des Bumm'schen „Mandelkernes" kommt. Die Verfasser sind geneigt die frontalste dieser gerundeten Zellplatten als Epistriatum, die nächste als Mesostriatum und die beiden ventrocaudalen Gruppen als eigentliches Striatum anzusehen. In der medioventralsten Abteilung des Striatum wird als „Nucleus striati" ein Kern mit großen Ganglienzellen beschrieben. Auch Bumm's „Markfeld" wurde wieder gefunden. Wenn nun auch, wie man unten sehen wird, unsere Arbeit in vielen Beziehungen die Angaben dieser Autoren bestätigen kann, so sind wir doch, so weit die eben erwähnte Einteilung in Frage kommt, zu ganz anderen Resultaten gekommen. Die Begriffe Striatum, Mesostriatum und Epistriatum, welche ich zuerst für die Verhältnisse bei Reptilien benutzt habe, sind nicht reine Lagebegriffe, ja als solche nicht einmal bei allen Arten ganz passend. Nur im allgemeinen drücken sie die relative Lage der einzelnen Striatumteile zu einander aus. Es lassen sich die Unterabteilungen nur durch die Faserbeziehungen festlegen. Das Epistriatum z. B. ist immer durch seine Beziehungen zur Commissura anterior und zu dem Tractus fronto-epistriaticus

charakterisiert. Diesen Anforderungen entspricht die Einteilung der erwähnten Autoren nicht. Es sind also ganz andere Hirnteile, für welche wir die erwähnten Namen in Anspruch nehmen werden.

a) Entwicklung.

Bei allen Vertebraten ragt das Stammganglion von der Basis des Vorderhirnes aus, wo es dem Riechlappen aufliegt, frei in den Ventrikel, der auf allen Seiten vom Pallium abgeschlossen ist. An der lateralen Seite reicht der Ventrikelspalt niemals bis zur Hirnbasis und es scheint dort die Rinde direkt dem Streifenhügel aufzuliegen — Bumms „Streifenhügelrinde". — Zwischen Rinde und Stammganglion ziehen aber jedesmal die aus der ersteren stammenden Fasern dahin, so eine deutliche Grenze markierend. Dieser Markfaserzug ist bisher bei den Vögeln nicht gesehen worden. Die Autoren stellen vielmehr die Verhältnisse so dar, daß ziemlich die ganze laterale und der größte Teil der dorsalen Rinde als festverwachsene Streifenhügelrinde mit nicht präziser Trennung vom Stammganglion anzusehen ist. Besonders schwer mußte auch am Frontalpol die Scheidung zwischen Rinde und Stammganglion sein, wo bei den üblichen Färbungen in der That keine Grenze scharf sich abscheiden läßt. Erst als es uns gelang die Faserung aus der Rinde selbst färberisch präzis darzustellen, einen Stabkranz also zu finden, der zunächst zwischen Rinde und Stammganglion wie bei anderen Vertebraten verläuft, hatten wir den Schlüssel zum Verständnis des Vogelgehirnes gefunden. Erst jetzt war es möglich die Verhältnisse, welche vorlagen, mit denjenigen bei anderen Vertebraten zu vergleichen und das Abweichende und Neue scharf festzustellen.

Aber der Stabkranz ist nicht überall vorhanden. Um sicher zu erfahren, was Pallium, was Striatum im Vogelgehirn ist, wurden Embryonen untersucht. Die Herren Prof. Schwalbe in Straßburg und Prof. Kaibel in Freiburg stellten mir mit der dankenswertesten Liberalität mehrere vollständige Schnittserien von Hühnern zur Verfügung, die vom ersten bis zum zehnten Bruttage reichen. Auch eine Entenserie konnte ich durcharbeiten.

Es hat sich ergeben, daß die Wand der Vorderhirnblase beim Huhne, welche, wie es scheint, anfangs überall gleichmäßig dick ist, erst im Laufe des fünften Bruttages sich basal verdickt, die Anlage des Striatum ausbildet. Dieser Körper wächst dann schon am nächsten Tage, rasch an Volum zunehmend, in die hohle Blase von unten hinein und verbreitert dabei seine Basis immer mehr lateral. Am sechsten Bruttage ragt das Striatum bereits als recht beträchtlicher Tumor in die Hirnhöhle hinein, Fig. 1, und gegen Ende dieses Tages markieren sich in den vorher gleichmäßigen Zellmassen bereits durch eine feine zellarme Linie zwei Abschnitte, ein dorso-frontaler und ein caudal-ventraler, Striatum und Mesostriatum (s. unten).

Das Wachstum des Stammganglions geht nun offenbar viel schneller als das des Palliums, denn der Hohlraum des Ventrikels wird von nun an ständig enger. Am zehnten Tage ist noch rings um das Stammganglion ein Ventrikel nachweisbar, doch ist dieser in den lateralsten Abschnitten schon spaltförmig enge und es schreitet offenbar von unten lateral her das Striatumwachstum so mächtig voran, daß mehr und mehr der Ventrikel eingeengt wird. Bei neugeborenen Tieren besteht schließlich von dem vordem weiten Ventrikel nur noch medial ein Spalt, der sich dorsal um weniges über das Striatum hin erstreckt und in eine enge zellreiche Linie übergeht, welche offenbar die letzten Spuren der hier eingetretenen Verödung darstellt. Das Seitenhorn ist vollständig verschwunden, ebenso das Vorderhorn, das bei Embryonen vom zehnten Tag noch sehr weit ist. Ganz frei von Verödung, aber ungemein eng, bleibt der occipitale Abschnitt.

Fig. 1: Sagittalschnitt ziemlich weit lateral durch das Gehirn des sechs Tage bebrüteten Hühnchens.

Fig. 2a: Horizontalschnitt von dem 10 Tage bebrüteten Huhne, pallialer Abschnitt.

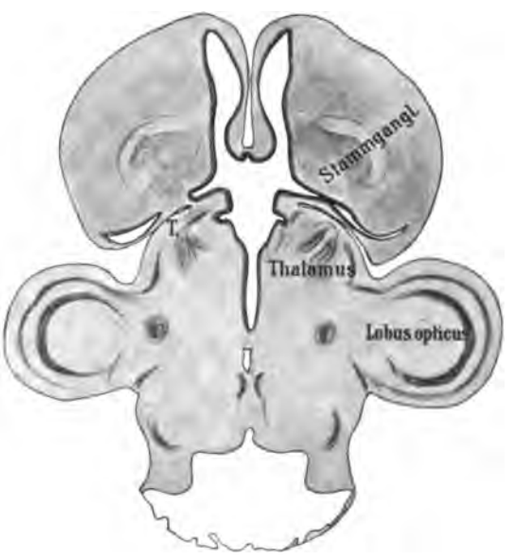


Fig. 2b: Derselbe etwas ventraler.

Schon sehr früh bilden sich innerhalb des Striatum feine Linien von marklosen Bahnen aus, die sich basal sammelnd in den Thalamus ziehen, oder aus diesem gehirnwärts ausgewachsen sind. Sicher ist das Bündel der Brachia cerebri schon am siebenten Tage ganz ausgebildet und am sechsten bereits einigermaßen verfolgbar. Am neunten erkennt man auch schon Bündel, die aus dem Nucleus taeniae in das Ganglion habenulae hinüberziehen, also die Taenia thalami. T. in Fig. 2a.

Das Studium der Entwicklung lehrt also, dass bei dem Vogelgehirn ganz wie bei den Gehirnen der anderen Vertebraten ein Pallium allseitig das Stammganglion frei umgiebt und daß erst spät, zum Teil erst nach der Geburt, die enorme Wucherung des Stammganglions, welches sich am Anfang nicht von dem der Reptilien unterscheidet, zu den Verhältnissen führt, welche das erwachsene Gehirn als fast solide Masse erscheinen lassen.

So ließ sich für das erwachsene Vogelgehirn überall zeigen, was dem Mantel, was dem Stammganglion angehörte.

Es blieb als nächste Aufgabe die Deutung der mannigfachen an der Basis und innerhalb des Stammganglions sichtbaren Teile und Abschnitte. Hier kamen natürlich sehr die früher beim Studium des Reptiliengehirnes (Band XIX und XX dieser Abhandl.) gemachten Erfahrungen zu statten. Nachdem einmal der Riechapparat und seine Verbindungen bei den Reptilien durchgearbeitet waren, gelang es z. B. leicht, die sehr reduzierten, aber ganz analogen Verhältnisse bei den Vögeln wiederzufinden. Ganz besonders nutzbringend aber waren die älteren vergleichenden anatomischen Studien für die Erkenntnis des Stammganglions und seiner Teile.

In mehreren Arbeiten konnte ich früher den Nachweis führen, daß das für einheitlich gehaltene Stammganglion der Knochenfische, dann dasjenige der Reptilien aus verschiedenen wohl charakterisierbaren Abteilungen zusammengesetzt ist. Dem eigentlichen Striatum, welches durch die Beziehungen zum Tractus strio-thalamicus wohl charakterisiert ist, liegt dorsocaudal noch ein offenbar bei den Reptilien mit der Rinde zusammenhängender Körper auf, das Epistriatum. Auch dieses ist sehr gut durch seine Faserbeziehungen zu charakterisieren. Beide Epistriata sind nämlich durch einen mächtigen Zug der Commissura anterior unter einander verbunden und in jeden mündet ein Faserzug, der an der Hirnbasis entspringend in langem Verlaufe caudalwärts zieht, um im Epistriatum dorsal sich wendend zu enden. Schließlich ließ sich für die Schildkröten mit Sicherheit, für die anderen Reptilien mit Wahrscheinlichkeit nachweisen, daß noch eine Abteilung, das Mesostriatum, zwischen beiden existiere.

Es ist nun gelungen alle diese Abteilungen und alle Züge, welche sie charakterisieren, bei den Vögeln wiederzufinden und damit für die Betrachtung des Vogelvorderhirnes eine feste Grundlage zu gewinnen.

b) Allgemeine Formbeschreibung. Nomenclatur.

Das Vorderhirn der Vögel ist immer sehr viel größer als dasjenige entsprechend großer Reptilien. Die Vermehrung des Volumes betrifft vornehmlich den Frontal- und Parietalabschnitt, doch haben auch der temporale und occipitale Abschnitt zugenommen. Relativ kleiner, sogar sehr viel kleiner, ist der Lobus olfactorius. Das ganze Gehirn sieht weniger langgestreckt aus, weil eben die beim Reptiliengehirn dünnen frontaleren Abschnitte, hier dorsal ausgefüllt sind. Diese ganze Vermehrung kommt dadurch zu Stande, daß sich eine kräftige Frontalrinde ausgebildet hat unter welcher ein frontales Mark liegt, und daß auch das Stammganglion viel dicker und viel reicher an Markfasern ist.

Im Ganzen sind die Hirnformen bei den einzelnen Gattungen fast so wechselnd wie etwa bei den Säugern und vor allem ist die relative Größe — relativ zu den caudaleren Hirnteilen — für die einzelnen Gattungen sehr verschieden. Die größten Gehirne besitzen die Papageien und die Passeres — doch nicht alle, dann wohl die untersuchten Spechte, Möven, die Gans und der Strauß. Das Taubengehirn, ebenso wie dasjenige der Hühner, ist relativ am kleinsten. Es wird Aufgabe einer auf größeres Material gestützten Untersuchung sein, diese Verhältnisse einmal speziell darzustellen. Mein Material reicht dazu noch nicht aus. Mit Glück hat namentlich Bumm bereits hier einen Anfang gemacht. Er hat wägend das Vorderhirn mit den anderen Hirnabschnitten verglichen und ist dabei zu ähnlichen Resultaten gekommen wie sie eben erwähnt wurden. Was die Gesamtform betrifft, so stehen auf der einen Seite die Papageien und Spechte, auch die Raben und etwa noch die Gans und die Ente mit relativ langem Stirnteil und sehr gut ausgebildetem Schläfenvorsprung, auf der anderen die meisten Singvögel, die Möven, die Tauben und der Strauß mit mehr der Halbkugelform genähertem Gehirne und relativ kleinerem Temporalabschnitte.

Man kann an dem unverletzten Gehirne schon die Pars pallialis von der Pars basalis gut abscheiden. Eine flache Grube an der Unterseite des Frontalabschnittes, die Basalgrube, verengt sich caudal zu einer ganz feinen Furche, der Fovea limbica. Immer von einem markhaltigen Faserzuge begleitet, zieht diese caudalwärts um innerhalb des Temporalpoles zu verschwinden. Diese echte Furche, welche auch dem Frosche und den Reptilien zukommt, ist bisher bei den Vögeln nicht erkannt worden. Sie verläuft an der lateral-basalen Seite des Großhirnes.

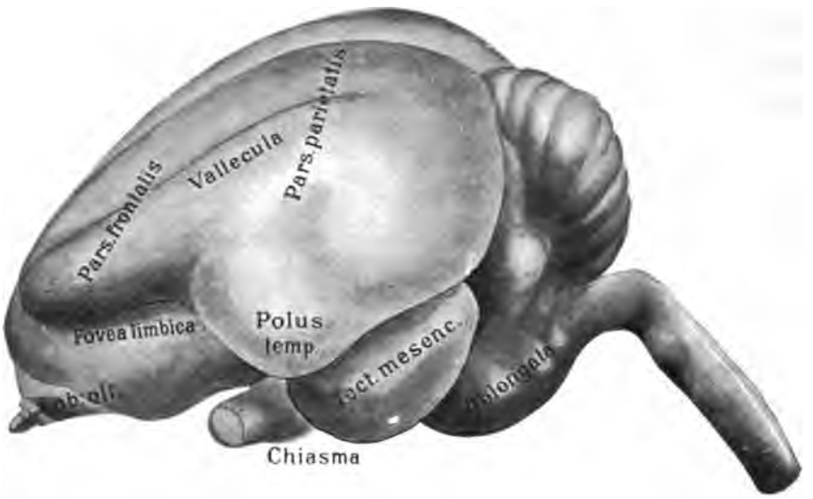


Fig. 3: Gehirn von Androglossa aestiva, zur Demonstration der Einteilung.

Die Pars pallialis ist glatt. Nur beiderseits von der Medianlinie in wechselnder Entfernung von ihr liegt eine flache Einsenkung über den vorderen $^2/_3$ des Gehirnes in sagittaler Richtung, die Vallecula. Es ist keine echte Furche, sondern nur der Ausdruck der Stelle, an welcher im Innern des Gehirnes Stammganglion und Pallium verwachsen sind. Der Wulst medial von der Vallecula ist die von Verwachsung frei gebliebene Palliumpartie. Dieser Wulst ist bei den verschiedenen Arten wechselnd stark ausgebildet. Ganz besonders kräftig und dick findet man ihn bei Struthio. Für sein näheres Studium kann auf die zahlreichen Abbildungen der dorsalen Oberfläche bei den älteren Autoren, dann auf die Bilder von Turner und von C. L. Herrick verwiesen werden. Man kann ihn als Sagittalwulst bezeichnen.

Fig. 4: Gehirn von Struthio camelus; Dorsalansicht, natürliche Größe, kleineres Exemplar. Das größte untersuchte Gehirn war reichlich um $^1/_3$ größer.

Die Fovea limbica, welche in ihrem caudaleren Abschnitte zur Fissura limbica wird, ist nur frontal der Fissura rhinalis der Säuger homolog. Weiter caudal grenzt sie den dorsalen von starker Rinde überzogenen Teil des Stammganglions — Striatum — ab von dem ventraleren, dem Mesostriatum, welches hier lateral nur dünnen grauen Überzug hat, sonst frei an der Basis liegt.

Der unpare Ventrikel des Zwischenhirnes geht vor der Schlußplatte in die Ventriculi laterales der Hemisphären über. Aus den entwicklungsgeschichtlichen Noten oben geht hervor, daß diese anfangs weiten Höhlen durch die Ausdehnung des Stammganglions zu engen Spalten geworden sind, welche beiderseits von der medialen Scheidewand der Hemisphären liegen. Frontalwärts senden die Ventrikelspalten fast immer, ganz an der Basis, einen feinen Fortsatz in die Riechlappen, caudal aber erstrecken sie sich weithin lateral um die ganze occipitale Oberfläche des Stammganglions herum. Es ist also von dem einheitlichen Seitenventrikel des Embryo bei dem erwachsenen Tiere übrig geblieben: Ein mediales Horn, ein occipitales Horn und ein Ventriculus olfactorius. Verschwunden ist vollständig das Seitenhorn und fast vollständig der dorsale Abschnitt. Die Schlußplatte geht mit dem dorsal von den Kommissuren liegenden Abschnitte, wie bei allen Vertebraten, in die dünne Epithelplatte über, welche ventral zu einem sehr kleinen Plexus choroides medius sich ausstülpt und nach den Hemisphären auf relativ kurze Strecke nur kleine Plexus choroidei laterales sendet, die mit nur ganz wenig Schlingen in die engen medianen Ventrikelspalten eingeklemmt liegen.

Der laterale Abschnitt der Seitenventrikel ist übrigens nicht spurlos verschwunden. Er hat sich zu einem kleinen Teil noch nahe der Mittellinie erhalten und auch da, wo er ganz fehlt, erkennt man auf vergrößerten Frontalschnitten noch deutlich eine zellreiche Lamelle — Münzer und Wiener's „Zellenlinie", als Andeutung der Verwachsungsstelle, wahrscheinlich aus reduziertem Ventrikelepithel bestehend. Diese Platte erstreckt sich aber nur dorsal über das Stammganglion, lateral fehlt jede Spur von ihr. Daraus darf man schließen, daß die Vereinigung von Pallium und Stammganglion, welche so charakteristisch nur für das Vogelgehirn ist, nicht durchweg auf dem Wege der Verklebung erfolgt ist, daß vielmehr das meiste wohl durch Auswachsen des Stammganglions mit der ihm schon embryonal angehörigen Außenfläche entstanden ist.

Der Basalteil des Vorderhirnes.

Am frontalen Ende des Basallappens sitzen die bei allen Vögeln sehr kleinen Lobi olfactorii. Es sind zwei kurze Kegelchen, welche nur bei der Gans und dem Strauß, auch

bei den Hühnern eine etwas bessere Ausbildung erreichen. Fast die ganze Ausdehnung der Lobi ist von der Formatio bulbaris überzogen, so daß ein eigentlicher abgesonderter Bulbus olfactorius gar nicht entsteht. Die Riechlappen sind bei einzelnen Arten, bei der Gans und dem Strauß z. B. das frontalste Gehirnstück, bei der Mehrzahl der Vögel aber sitzen sie ventralwärts geneigt unterhalb der über sie vorstehenden Stirnlappenrinde. Direkt caudal von ihnen liegt eine längliche Vorragung der Basis, der Lobus parolfactorius. Seine Basis geht den ventralen Ventrikelrand umgreifend direkt in die Medialwand des Gehirnes über. Lateral und ventral von ihm liegt ein bei den meisten Tieren ganz kleiner Höcker der lateralen Hirnbasis, der Nucleus basalis, wie er zunächst unpräjudizierend genannt werden soll. Dieser wird bei einigen Vögeln zu einem mächtigen Gebilde, welches die laterale Unterseite des Stirnteiles von außen her förmlich median drängt. Auch der Lobus parolfactorius ist bei den verschiedenen Arten sehr ungleich entwickelt, aber es muß für beide Kerne erwähnt werden, daß kein Zusammenhang zwischen ihrer Größe und demjenigen der Riechlappen existiert. Speziell scheint für den Lobus parolfactorius die Entwicklung der Orbitaldecke, welche direkt unter ihm liegt, gestaltend zu wirken.

Bei den meisten Vögeln ist der übrige Teil des Basallappens bis hinaus zur Fovea limbica flach. Aber bei einigen, der Möve z. B., dann bei den Papageien, dem Strauß und dem Specht liegt caudal noch ein beträchtlicher Höcker, der, fast die ganze Breite einnehmend, bis an das Chiasma heranreicht. Er entspricht der im Inneren liegenden Faserung des Brachium cerebri und den es umgebenden Massen des Mesostriatum, welche hier mehr als bei anderen Arten entwickelt sind. Der größte Teil der Hirnbasis lässt sich als einheitliches Areal, Basalfeld, zusammenfassen. Das Basalfeld ist caudal durch die ca. in

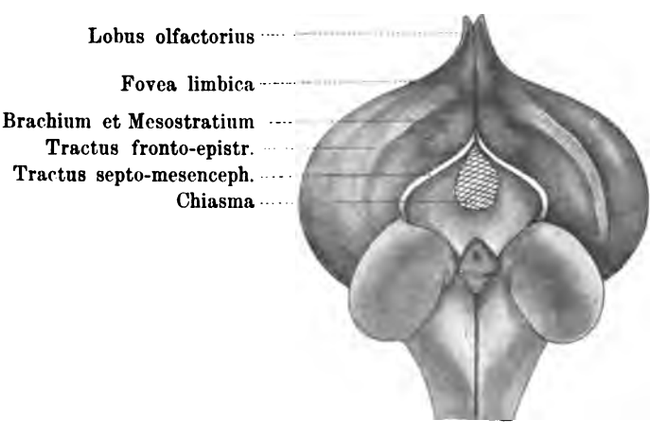


Fig. 5: Hirnbasis von Corvus corax.

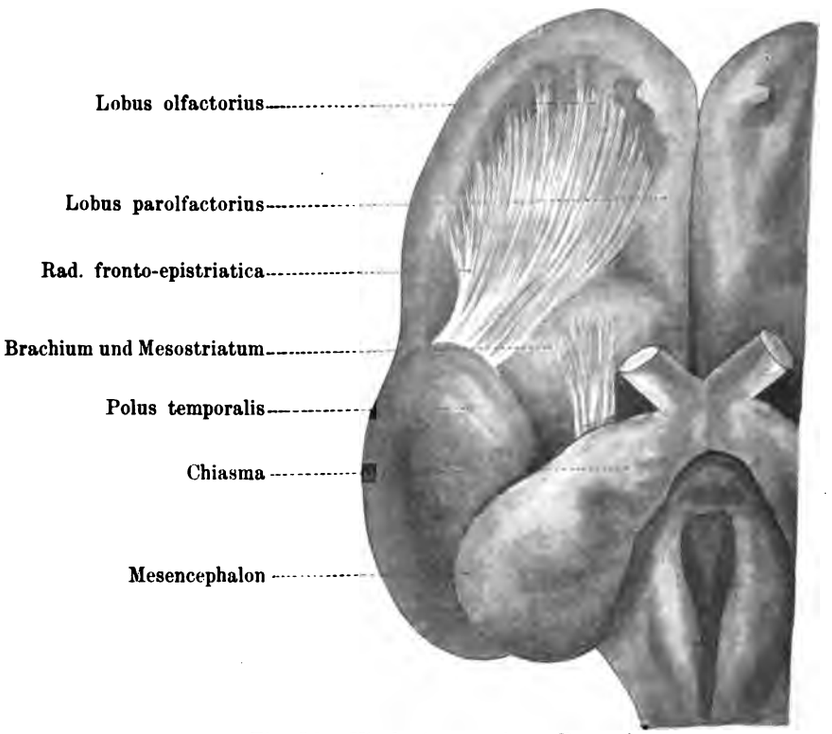


Fig. 5 b: Hirnbasis von einem Papagei.

der Mitte der Hirnlänge austretenden Brachia cerebri begrenzt, lateral ganz scharf durch die Fissura limbica. Bei den Papageien, deren Pallium sehr viel stärker entwickelt ist, als das anderer Vögel, ebenso beim Raben und der Gans überhängt der palliale Abschnitt des Großhirnes die Grenze des Basalfeldes, so daß dieses wie eine tief gelegene flache Grube erscheint, während es bei den Singvögeln z. B. für den ersten Anblick nicht so scharf vom übrigen Gehirn trennbar erscheint.

Das Basalfeld hat ein mehr oder weniger markweißes Aussehen und man erkennt, daß sich die markhaltigen Fasern lateral dicht unter der Fissura limbica zu einem mächtigen Bündel sammeln. Dieses Bündel, die Radiatio fronto-epistriatica, kann rückwärts bis in den Temporo-occipitallappen verfolgt werden. Dort endet es im Epistriatum. Der Faserzug ist also zum Teil identisch mit dem bei Reptilien an gleicher Stelle liegenden, aber sehr viel feineren Tractus cortico-epistriaticus.

Caudal von dem Basalfeld, resp. von dem Mesostriatum, wird die Zwischenhirngrenze durch das bei den Vögeln immer sehr mächtige Chiasma bezeichnet. Doch erkennt man dicht vor dem Chiasma noch einige wichtige Faserzüge aus dem Vorderhirn auch am

unverletzten Gehirne. Es ist nämlich zunächst die Gesamtfaserung aus dem Vorderhirne und zu demselben, welche man als Brachia cerebri zusammenfassen kann, für ein ganz kurzes Stück an der Hirnbasis sichtbar. Sie liegt da fast frei und kann durch das Mesostriatum grau durchscheinend eine ziemliche Strecke frontalwärts als feiner weißer Fächer bei den meisten Vögeln gesehen werden.

Gerade an der Stelle, wo die Brachiumfasern an die Unterfläche des Gehirnes treten, sammeln sich mächtige Fasermassen aus dem Gebiete der medialen Scheidewand zu einem Bündel. Dasselbe erscheint frei dicht an der Mittellinie, überquert dann das Brachium lateralwärts und wendet sich mit dem Tractus opticus, welchem es am lateralen Brachiumrande begegnet, dorso-caudal, s. Fig. 5a.

Ganz meisterhaft giebt all diese Verhältnisse eine alte Abbildung der Entenhirnbasis von Meckel wieder.

Pallium und Stammganglion.

Das ganze dorsal von der Fissura limbica gelegene Gebiet ist von Rinde überzogen. Dieselbe ist aber, wie mehrfach erwähnt, überall außer an der medialen Scheidewand mit dem Stammganglion fest verwachsen. An der Scheidewand reicht die Rinde nicht ganz bis zur Basis. Sie endet vielmehr — nicht deutlich bei allen Vögeln — mit einer von unten- vorn nach oben- hinten ansteigenden Linie und nimmt im Wesentlichen nur die dorsalen, $^3/_4$ der Scheidewand ein. Aus dieser Rinde entspringt überall fast das Markbündel der Scheidewand — Tractus septo-mesencephalicus. Dorsal breit ausgebreitet, sammeln sich seine Züge ventral zu dem Stil des Markbündels, demselben, welcher oben an der Stelle beschrieben wurde, wo er, die Brachiumfaserung überquerend, mit den Zügen des Tractus opticus lateral am Zwischenhirn dorsalwärts zieht.

Dieses Bündel, zusammen mit einigen anderen später zu beschreibenden Zügen, giebt der Scheidewand ein ganz markweißes Aussehen. Die Scheidewand reicht in den frontalsten Hirnabschnitten bis zu der Basis herab, wo sie unmittelbar in den Lobus parolfactorius übergeht. Weiter caudal, von der Ebene der Schlußplatte und ihrer Kommissuren ab, ist sie viel kürzer. In der Schlußplatte selbst sind beide Scheidewände durch die Commissura pallii — Meckel's Balkenrudiment — unter sich verbunden und in dieser Gegend verdünnt sich dann die Verbindung auch zu dem kleinen oben erwähnten Plexus choroideus medius. Dahinter aber wird nicht nur im Scheidewandgebiete sondern allüberall das Pallium wieder frei von dem Stammganglion. Es umfaßt als dünne rindenbedeckte Platte das caudale, immer abgerundete Ende des Stammganglions, bildet mit diesem zusammen den Occipitalpol des

Gehirnes. Nur hier ist auch an der Basis freies Pallium, wenig weiter frontal verschmelzen im occipito-temporalen Lappen wieder Pallium und Stammganglion zu einer Masse, dem Polus temporalis.

Die markhaltige Faserung aus der Rinde, welche bei vielen Vögeln fast ganz fehlt und auch bei denjenigen, welche relativ reich an Markfasern sind, doch nur gering an Masse ist, sammelt sich an verschiedenen Stellen zu einer dünnen Capsula externa zwischen Rinde und Stammganglion.

Das Stammganglion, Striatum besteht zweifellos aus sehr verschiedenen Teilen. Das haben alle Autoren erkannt, welche sich mit dem Vogelgehirn beschäftigt haben. Münzer und Wiener (s. o.), haben auch den Versuch gemacht diese Abteilungen mit den von mir für Reptilien gefundenen Teilen zu homologisieren. Die Einteilung, zu der sie gekommen sind (s. o.), stimmt mit der gleich vorzulegenden nicht überein. Die Differenz ist dadurch entstanden, daß Münzer und Wiener ihre Stammganglionabschnitte nur nach den Lagebeziehungen, nicht aber, wie durchaus erforderlich, nach den Faserverbindungen gemacht haben, wahrscheinlich auch deshalb, weil die von ihnen benutzte Vogelart gerade nicht besonders klare Bilder giebt. Die Versuche, jene Stammganglionabteilungen mit solchen des Menschen zu homologisieren, Versuche, die schon mit Bumm beginnen, scheinen mir, so lange über die Entwicklung der Säugerganglions noch so wenig bekannt ist, besonders schwierig.

Die beiden größten Abschnitte des Stammganglions liegen Kugelschalabschnitten gleich übereinander, das Hyperstriatum dorsal, das Mesostriatum ventral. Lateral schiebt sich fast auf die ganze Länge der zwischen beiden verlaufenden Trennungslinie, das Ektostriatum ein, eine dünne, nur an einer Stelle angeschwollene Platte. Schließlich liegt temporocaudal der Epistriatum zu nennende Körper und es läßt sich innerhalb der mächtigen Faserung, welche den konvexen ventralen Hohlraum des Mesostriatum erfüllt, noch ein Ganglion, der Nucleus entopeduncularis nachweisen.

Das Hyperstriatum ist ein großes dorsalkonvexes Polster, dessen frontaler zur Basis herabgebogener Abschnitt ebenso wie der laterale überall fest mit der Rinde verschmolzen ist. Es nimmt die ganze Hirnlänge ein und ragt medial sowie occipital frei in den Ventrikel hinein. Sein caudal temporaler Abschnitt ist nicht scharf von dem Epistriatum geschieden. Dieser Körper ist identisch mit dem, was Bumm Striatum und dem, was Münzer und Wiener Epistriatum nennen. Die Fasern aus der Hirnrinde, ebenso wie die aus dem Ganglion selbst, durchqueren ihn in zahlreichen Einzelbündeln, von denen sich ein Teil nicht geradeaus weiter ziehend, an der konkaven Unterseite des Ganglions zu einer

mächtigen Marklamelle ansammelt, der Lamina medullaris dorsalis. Diese am frischen Gehirn immer sichtbare weiße Platte trennt, wie man sieht, Hyperstriatum von Mesostriatum. Auf Frontalschnitten kann man immer einen leicht gebogenen horizontalen Abschnitt von einem senkrecht stehenden lateralen abscheiden. Im Frontalteil des Gehirnes ist meist nur der letztere gut entwickelt. Er teilt dann, wie etwa die Capsula interna im Frontalteil des Säugergehirnes, den Kopf des Stammganglions in einen lateralen und einen medialen Abschnitt, die aber, wie später zu entwickeln ist, aus ungleichartigen Teilen des Stammganglions, nicht aus gleichartigen wie bei der Säugern, bestehen. Vergl. Fig. 7 S. 369, wo irrtümlich Capsula ext. steht.

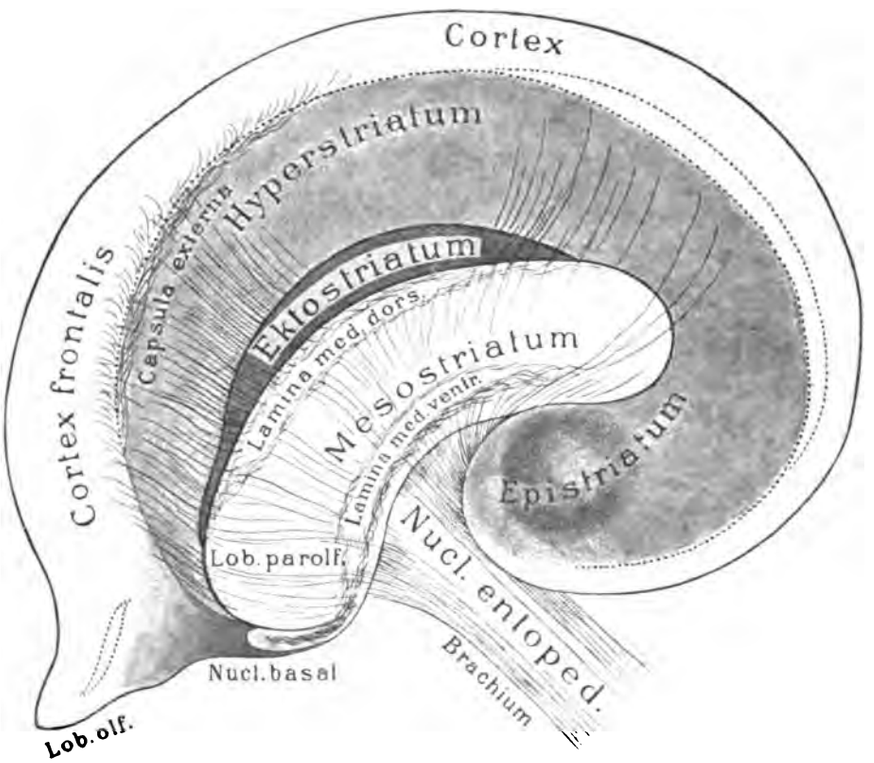


Fig. 6: Vogelgehirn schematisch. Hauptteile in verschiedener Tönung.

Der zweite Hauptteil des Stammganglions, das Mesostratium, hat ebenfalls die Form eines Polsters mit ventraler Konkavität. Es ist eigentlich eine dicke Hohlrinne mit mächtigem massivem Kopfteil. Dieser Kopfteil, der im Frontalabschnitte des Gehirnes dicht unter dem vereinten Rinden-Hyperstriatumgebiete liegt und an der Basis als eigener Lappen frei hervortritt, mag nach seiner Lage als Lobus parolfactorius bezeichnet werden.

Er hat bei verschiedenen Vögeln sehr verschiedene Ausbildung, wie bei der folgenden Beschreibung des Stirnlappens gezeigt werden soll und steht in einem relativen Größenverhältnis zu einem andern Teil des Mesostriatum, dem Lateralfortsatze desselben, der zweckmäßig als Nucleus basalis bezeichnet wird und nicht konstant oder doch oft sehr klein ist.

Das Mesostratium bildet den eigentlichen Basalteil des Gehirnes. Es ist nirgends direkt von Rinde überzogen, ja es ist von dem Pallium immer durch Furchen geschieden. Diese Furchen, von denen eine, die an der Aussenseite des Gehirnes verlaufende Fissura limbica schon genannt ist, scheinen mir für die Gesamtauffassung des Gehirnes, auch des Säugergehirnes, von einer größeren morphologischen Wichtigkeit. Die laterale, äußere Furche ist also die Fissura limbica, die mediale, die intraventriculäre Grenzfurche, ist bisher nicht beschrieben, wahrscheinlich weil sie nicht an allen erwachsenen Exemplaren deutlich ist, man kann sie Fissura intraventricularis heissen.

Das Mesostratium hat durch die zahlreichen es durchmessenden und in ihm entspringenden Fasern ein streifiges Aussehen. An seiner Unterseite, im Inneren der „Hohlrinne", sammeln sich alle die Züge aus der Rinde, dem Striatum und den anderen Teilen des Stammganglions zu der mächtigen Brachiumfaserung. Hier liegt mitten in diese Faserung gebettet ein großzelliger Kern. Er begleitet caudalwärts die gesamte Brachiumfaserung bis in das Mittelhirn und wurde schon früher von mir als Nucleus entopeduncularis bezeichnet. Münzer und Wiener haben ihn zuerst beschrieben und als Nucleus striati bezeichnet.

Bei manchen Arten, doch nicht bei allen, existiert innerhalb des Mesostriatum eine zweite Markplatte, die Lamina medullaris ventralis. Am leichtesten ist sie bei der Gans zu studieren, wo überhaupt das Mesostriatum besonders gut ausgebildet ist, auch seinen frontobasalen Fortsatz weithin an die Hirnbasis hinaussendet.

An der Lateralseite des Gehirnes liegt eingeschoben zwischen Mesostriatum und Striatum einerseits und die laterale Rinde andrerseits; ein großes von reichlichen Markfasern ganz weiß gefärbtes Ganglion, das Ektostriatum. Es hat etwa die Form einer Raute und sendet frontalwärts in die Lamina medullaris dorsalis, der es aufliegt einen langen plattenartigen dünnen Fortsatz, der bei verschiedenen Vögeln wechselnd stark entwickelt, aber zumeist mindestens nachweisbar ist. Wo er stark ausgebildet ist, liegt das Striatum nicht, wie oben angegeben, vorn dem Lobus parolfactorius auf. Es schiebt sich vielmehr dieser Fortsatz des Ektostriatums zwischen es und den Lobus parolfactorius. Die in der Nähe des

Ektostriatum aus der Rinde entspringenden Fasern, ebenso wie diejenigen, welche in dem Ganglion selbst ihren Ursprung haben, geben ihm eindringend und sich da zu reichem Netz entwickelnd, das markweiße Aussehen, welchem es schon seit Bumm seinen Namen „Markfeld“ verdankt. Vielfach kommt eine Capsula nervosa Ectostriati vor, z. B. bei unserem Sperling.

Der mächtige Körper des Striatum wird in den caudaleren Abschnitten von unten und hinten her abermals von einer Kugelschale umfaßt, dem Epistriatum. Es bildet an der Außenseite des Gehirnes ventral einen Vorsprung, der aussieht wie ein Schläfenlappen.

Das Epistriatum nimmt einen langen aus der frontalen Hirnbasis kommenden und an der Basis freiliegenden Faserzug, den Tractus cortico-epistriaticus auf, und ist mit dem gleichnamigen Ganglion der anderen Seite durch die Commissura anterior verbunden. Es ist überall von der occipitalen und temporooccipitalen Rinde überzogen. Im ventralen Gebiet liegt der mächtige von Bumm als „Mandelkern“ bezeichnete Kern — Nucleus epistriati. Medial von ihm liegt noch ein kleiner dünner Kern, aus welchem die Taenia thalami entspringt — Nucleus taeniae.

Nach dieser Schilderung des Stammganglions muß ich noch einmal auf das Basalfeld zurückkommen. Aus Frontalschnitten ergiebt sich nämlich, daß dieses flache große Feld abgesehen von den Anteilen des Riechapparates und dem Lobus parolfactorius im wesentlichen gebildet wird von dem hierher herabreichenden Kopfstück des Striatum und dahinter von dem Mesostriatum.

In mehrere Stellen der Rinde gelangen markhaltige Faserbündel. Die meisten ziehen in den frontalen Abschnitt, dann existiert ein parietales Bündel und schließlich giebt es einen mächtigen dem Occipitallappen entstammenden Faserzug. Diese Bündel vereinen sich, in das dicht benachbarte Striatum eindringend, sofort mit dort entspringenden Faserzügen und es hat gerade die Trennung der Rinden- und der Striatumfaserung, die nur auf dem Wege der künstlich gesetzten Degeneration möglich war, uns viele Mühe gemacht. Bekanntlich spalten bei den Säugern die aus der Rinde basalwärts ziehenden Fasern das Striatum in einen lateralen und einen medialen Hauptabschnitt. Zwischen diesen beiden Teilganglien als Capsula interna dahinziehend, nehmen sie die aus denselben entspringenden Fasern in ihre Gesamtheit auf. Die Kapsel besteht also aus Rinden- und aus Striatumfasern. Bei den Vögeln kommt es nun, wahrscheinlich weil die Rindenfaserung relativ viel geringer ist als bei den Säugern, nicht zu einer eigentlichen Kapselbildung. Es ziehen vielmehr überall in der ganzen Breite des Striatum Rindenfasern in dieses hinein. Mit der da ent-

springenden oder endenden Faserung zusammen geben sie dem Striatum ein reichgestreiftes Ansehen. Das Aequivalent der Capsula interna ist also über die ganze Striatumbreite hin ausgedehnt. Eine Capsula externa zwischen Rinde und Striatum gelegen kommt nur bei einzelnen Vögeln und niemals auf der ganzen Striatumoberfläche zu Stande.

Gelegentlich — bei den Papageien, soweit ich sehe, immer — legen sich einzelne Bündel dieser Faserung zu einem dichten Strange zusammen, der dann als echte Capsula interna das Stammganglion durchmißt, einen lateralen von einem medialen Abschnitte trennend. Diese Verhältnisse lassen ebenso wie der ohnehin sehr große Reichtum an markhaltigen Fasern das Papageigehirn demjenigen der Säuger am ähnlichsten erscheinen.

Die Faserung zieht nicht wie bei den anderen Vertebraten geradlinig nach der Basis zum Hirnschenkel, sie macht vielmehr auf dem Wege dahin, zum Teil wenigstens gewisse Einbiegungen durch, die in ihren Gesamtquerschnitten jene „Wellenlinien" der Autoren darstellen. Alle Fasern aus dem Stirnpole ziehen übrigens fast direkt ventrocaudal. Sie bilden dicht unter der Rinde innerhalb der frontalsten Zone des Striatum, das sie durchbrechen, ein eigenes Markfeld, das frontale Mark.

In der Rinde liegen, wechselnd entwickelt, Associationsfaserbündel und unter ihr findet man bei vielen Vögeln — nicht bei der Taube — vielfach eine dünne Markfaserschicht, welche sie besonders im parietalen Abschnitt von dem Striatum trennt. Diese Markfaserschicht ist die Capsula externa.

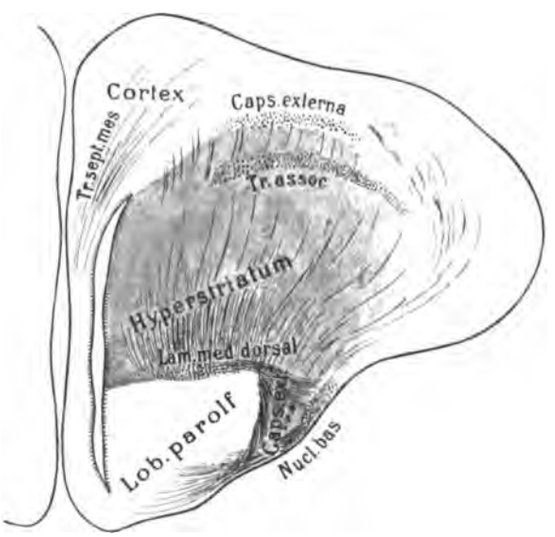


Fig. 7: Schema. Frontalschnitt im Gebiete des frontalen Stabkranzes, also dicht unter der frontalen Rinde.

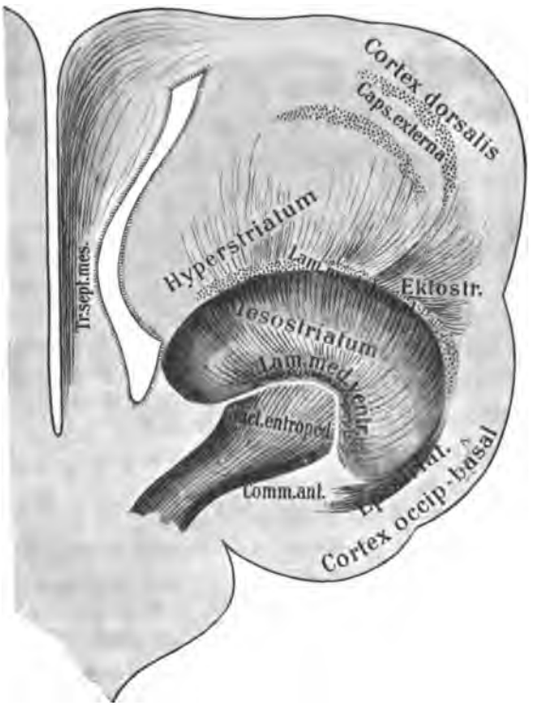


Fig. 8: Frontalschnitt etwa in der Mitte der Großhirnlänge.

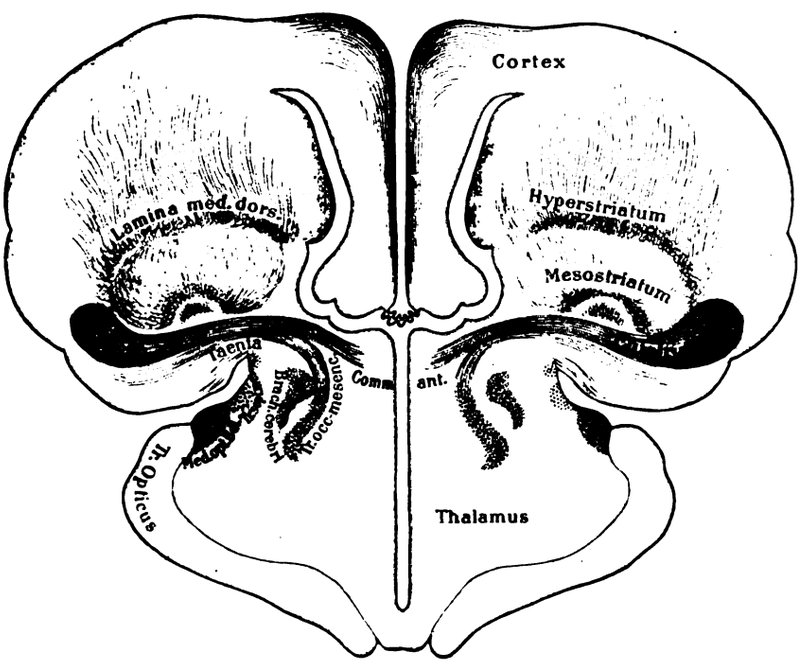


Fig. 9: Frontalschnitt dicht hinter der Commissura anterior.

Die Markscheiden in dem Gebiete des Vorderhirnes entwickeln sich zumeist erst nach dem Auskriechen. Bei den meisten jungen Vögeln, die untersucht wurden, war noch zwei Tage nach dem Auskriechen nur ein einziges Vorderhirnbündel markhaltig, ein Faserzug aus dem Ectostriatum zu dem großen runden Thalamuskerne.

Schließlich gebe ich zur Illustration der hier mitgeteilten Verhältnisse (Fig. 7—9) drei Frontalschnitte durch ein ideales Vogelgehirn, in denen nur die wesentlichsten Formverhältnisse hervorgehoben und bezeichnet sind. Sie werden die Orientierung an den Abbildungen der Tafeln und das Verständnis der folgenden Detaildarstellung sehr erleichtern.

Der Frontalabschnitt des Vorderhirnes.

Der Frontalabschnitt verdient eine nähere Beschreibung deshalb, weil er derjenige ist, welcher bei den verschiedenen Familien am meisten in seiner Ausbildung wechselt, weil er bisher niemals annähernd richtig beschrieben worden ist und weil er in der That relativ kompliziert aufgebaut ist. Auch die folgende Beschreibung ist keineswegs als eine vollständige oder gar abschließende anzusehen.

Kein Teil des Vogelvorderhirnes hat dem Verständnis größere Schwierigkeiten entgegengestellt. Wenn es schließlich gelungen ist Einiges klar zu übersehen, so ist das einerseits den entwicklungsgeschichtlichen Studien zu danken, andrerseits einer immer wieder erneuten Durchsicht des gesamten Materiales. Erst der Schluß der ganzen Untersuchung hat die Verhältnisse verstehen lassen, welche in ihrer Mannigfachheit immer und immer wieder während der Arbeit verwirrend wirkten. Besonders wurde die Erkenntnis dadurch erschwert, daß unsere Arbeiten leider von der Taube ausgegangen sind, einer Art, welche besonders schlecht ausgebildete Verhältnisse im Stirnhirn hat. Wären wir, was jetzt am Schlusse der Arbeit leicht ersichtlich ist, etwa von den Singvögeln ausgegangen oder von den Papageien, so wäre die Lösung der Aufgabe sehr viel leichter gewesen.

Wie früher erwähnt, verschwindet schon in früher Periode des Eilebens das Vorderhorn des Ventrikels. Der Stammlappen von der Basis dorsalwärts auswachsend gleicht es aus. Auch nicht die geringste Spur einer Trennung zwischen Rinde und Frontalabschnitt des darunter liegenden Stammlappens bleibt im erwachsenen Tiere bestehen, wohl ein Beweis, daß es sich nicht, wie etwa im Dorsalgebiete, um ein Verkleben verschiedener Teile handelt. So bildet der Stirnteil des Gehirnes einen massiven Körper, dessen Faserung nicht ohne Weiteres in Rinden- und Stammlappenfaserung zu trennen ist. Sie muß als Ganzes besprochen werden. Der außerordentlich enge frontalste Teil des Seitenventrikels sendet einen

Spalt in die Lobi olfactorii ventralwärts. Medial von ihm liegt die Hemisphäreninnenwand, lateral eben jene anscheinend einheitliche Masse.

Frontalschnitte ergeben nun folgende Einteilung:

Die gleichmäßig gebaute Schicht, welche, die Frontalwand des Stirnlappens überziehend, dorsal, medial und lateral in unzweifelhafte Rinde übergeht, wird man wohl als Cortex frontalis in Anspruch nehmen müssen.

Bei einigen Vögeln ist sie durch eine fast senkrecht von oben nach unten über sie laufende Furche in eine laterale und eine mediale Abteilung geschieden. Diese Furche ist die frontale Verlängerung der Vallecula. Ein ganz vorn angelegter Frontalschnitt von Cuculus canorus besteht z. B. jederseits aus drei völlig getrennten Stücken. Medial liegt das größte, die mediale Frontalrinde, lateral etwas kleiner die laterale Frontalrinde und ventral von beiden liegen die mit dem medialen Stück wenig weiter caudal zusammentretenden Riechlappen.

Wie alle Markscheidenpräparate zeigen, entspringen aus der Frontalrinde reichlich Markfasern, die sehr oberflächlichen Schichten angehören und bei den Singvögeln, bei der Gans und den Papageien reichlich ausgebildet sind, während sie bei den meisten anderen Arten, besonders auch bei Struthio, nur geringe Entwicklung zeigen. Diese Faserung — Frontalmark — besteht aus tangentialen und Stabkranzzügen, die meist in der Frontalebene von oben nach unten verlaufen. Sie werden dicht unter der Rindenschicht und weiter kaudal gekreuzt von Fasern queren Verlaufes. Dem medialen Teil des Stammganglions entstammend, vielleicht auch Züge aus der Frontalrinde selbst führend, bilden diese letzteren ebenfalls an der ventrolateralen Außenseite des Gehirnes ein Stratum, das sich durch das stärkere Kaliber zunächst von dem Frontalmark unterscheidet, aber zumeist in den frontalen Ebenen diesem noch beigemischt ist.

Diese Faserung, der Tractus fronto-epistriaticus, bildet mit dem Frontalmarke zusammen in den frontalen Gehirnebenen das Markfeld der Basis, weiter caudal besteht dieses nur aus den letzterwähnten Fasern.

Es ist früher geschildert worden, wie ventral von dem Hyperstriatum das Mesostriatum liegt und es ist bereits erwähnt, daß dieser Stammganglionteil frontalwärts mit zwei Zungen sich ausbreitet, einer medialen, welcher der Name Lobus parolfactorius beigelegt wurde und einer lateralen, dem Nucleus basalis. Diese beiden Zungen sind immer vorhanden, aber ihre bei den einzelnen Arten absolut verschiedene Ausbildung

verursacht im Wesentlichen die mannigfach verschiedenen Bilder, welche man bei Schnitten durch den Stirnlappen antreffen kann.

Man kann im Wesentlichen zwei Ausbildungstypen unterscheiden, oder vielleicht zwei Extreme der Ausbildung, zwischen denen Übergangsformen existieren. Bei allen Passeres, dann aber auch, wenn auch in minderem Maß, bei der Gans, dem Raben, und Tringa und den Staren ist die laterale Zunge die mächtigere. Hier erkennt man Fig. 3 und Fig. 9 Taf. IV, wie wenig hinter der Stirnrinde ein mächtiges Gebilde an der ventrolateralen Basis angeschnitten wird, das sich mit jedem Schnitte weiter caudal noch vergrößert, um ganz caudal direkt in das Mesostriatum überzugehen. Schon im frontalsten Abschnitte des Gehirnes drängt der Nucleus basalis, der zweifellos nicht mehr von Rinde überzogen ist, die ganze Frontalfaserung medialwärts. Diese bildet dann, zwischen Hyperstriatum und Mesostriatum gelagert, die Lamina medullaris dorsalis. Die Faserung des Tractus fronto-epistriaticus bleibt lateral liegen, wenn alle anderen Fasern einwärts gedrängt werden und verläuft dann bis zu ihrer Endigung im occipitalen Hirnabschnitte immer über die Außenfläche des Mesostriatum. Bei einigen Passeres ist die laterale Zunge des Mesostriatum so dick, daß von der übrigen Hirnmasse auf Frontalschnitten nur wenig übrig bleibt, das Ganze scheint zunächst Mesostriatum, aber die auch hier deutliche dorsale Marklamelle ermöglicht die charakteristische Abscheidung. Fig. 9, Taf. IV. Wo das Mesostriatum lateral so mächtig ist, ist seine mediale Zunge, der Nucleus parolfactorius kürzer, reicht nicht so weit frontal. Wenn sie dann in den etwas caudaleren Ebenen auftritt, liegt sie einwärts von der lateralen Abteilung und natürlich ebenfalls ventral von der Lamina medullaris dorsalis. Weiter caudal vereinen sich dann beide Zungen zu dem mächtigen Gesamtkörper des Mesostriatum. In dieser Gegend ist von der Rinde weder seitlich noch an der Basis eine Spur vorhanden. Der ganze ventrale Abschnitt des Gehirnes wird nur von dem Stammlappen gebildet.

Das andere Extrem in der Entwicklung des Mesostriatum bieten in hohem Maße die Papageien, in geringerem Struthio. Hier kommt es nämlich nur zu ganz geringer Ausbildung des lateralen Lappens, der nur wie ein dünner plattenförmiger Kern zwischen Frontalfaserung und Tractus fronto-epistriaticus liegt, der mediale Lappen aber, der Lobus parolfactorius, ist so mächtig ausgebildet, daß er dicht hinter der Rindenschicht beginnend gleich die ganze Breite der Hirnbasis einnimmt. Fig. 6, Taf. III; Fig. 10, Taf. IV.

Die Faserung aus der Stirnrinde und aus dem Kopfe des Hyperstriatum sammelt sich zum Teil dorsal von dieser Platte als Lamina medullaris dorsalis, zum Teil

aber muß sie, eben weil ihr gar kein anderer Weg bleibt, um an die Basis zu gelangen, die Platte des Mesostriatum durchbohren, Fig. 6, Taf. III. Caudal geht dann auch diese Platte direkt in das Mesostriatum über.

Ein mittleres Verhältnis zwischen medialer und lateraler Zunge trifft man bei den Tauben und den Hühnervögeln. Vergl. Fig. 1—3, Taf. I.

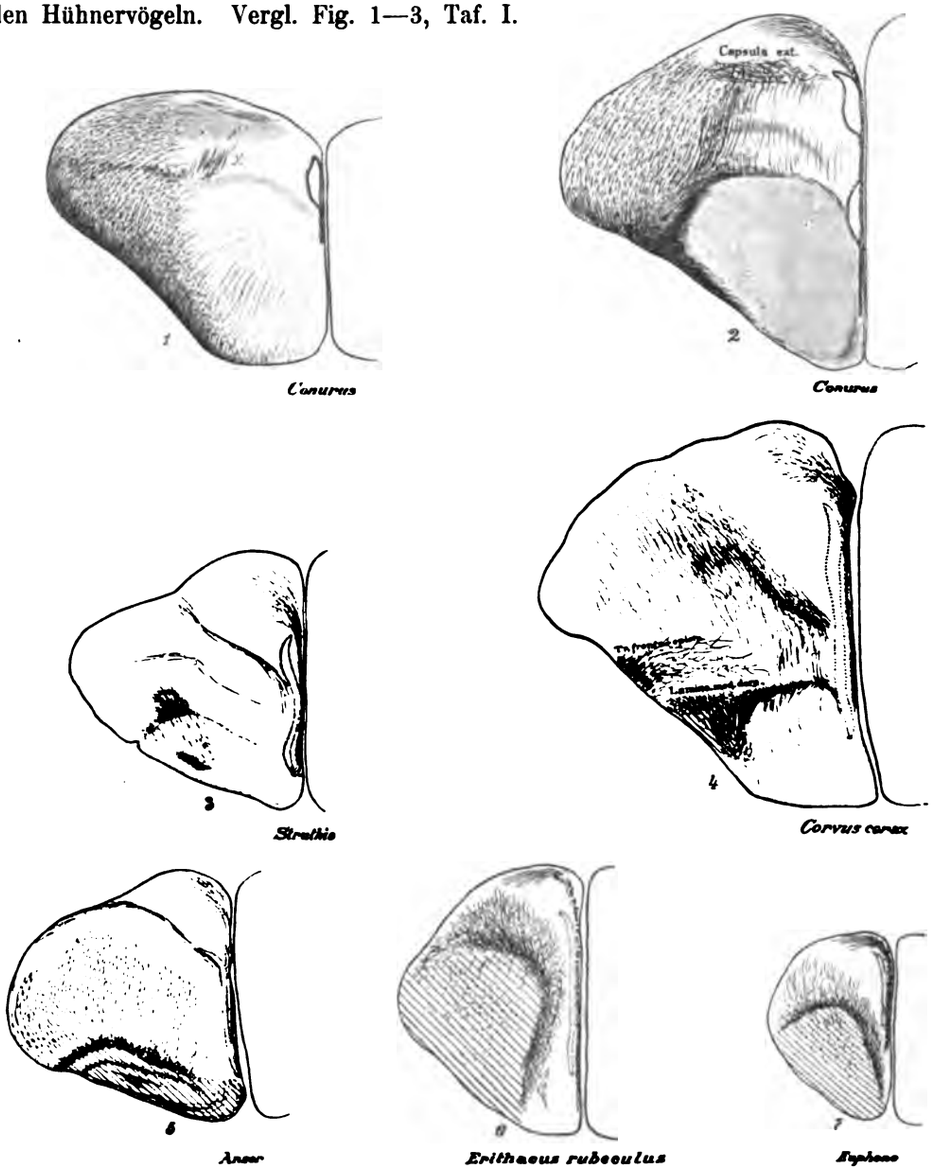


Fig. 10: Verschiedene Typen von Frontalschnitten durch den Stirnteil des Vogelgehirnes. Der laterale Fortsatz des Mesostratium schraffiert, der mediale im Ton. Zur Illustrierung der Lage von Kernen und Lamina medullaris dorsalis im Stirnlappen.

IV. Das Pallium und seine Faserung.

Nur die dorsalen zwei $^3/_4$ der Hemisphäre sind von Rinde überzogen, das ventrale Viertel, der durch die Fissura limbica und die Fissura intra ventricularis abgetrennte Basallappen ist ohne Pallium. Außerdem fehlt die Rinde oder ist doch sehr atrophiert im größten Teile der medialen Scheidewand. Die Palliumrinde ist nur im medio-dorsalen, und im occipitalen Gebiete durch den Ventrikel vom Stammganglion getrennt, an allen übrigen Hirnteilen ist sie fest mit dem Striatum vereint.

Die meisten Faserzüge aus der Palliumrinde treten nach kurzem Verlaufe in den Bereich der Stammganglien und mischen sich den da entspringenden Zügen innig bei. Während es nun bei den Säugern, wo in der inneren Kapsel Züge aus den Stammganglien und solche aus der Rinde inniger gemischt sind als man gewöhnlich annimmt, vielfach gelungen ist, ist degenerativ den Verlauf beider zusammenliegenden Faserarten zu trennen, ist das bei den Vögeln deshalb viel schwerer, weil man fast immer bei Zerstörung der relativ dünnen Rinde auch Teile des Stammganglions lädiert. Im Allgemeinen aber haben wir den Eindruck gewonnen, daß beide Faserkategorien, die aus der Rinde und die aus den Stammganglien nicht nur zusammen verlaufen, sondern auch in den gleichen Ganglien des Thalamus und des Mittelhirnes enden. Nur ist es sehr wahrscheinlich, daß das Großhirn mit den tieferen Centren mehr durch Stammganglionfaserung als durch Rindenfaserung verbunden ist. Man hat, da die Rindenfaserung bei verschiedenen Vögeln sehr verschieden stark entwickelt ist — bei der Taube und dem Strauß z. B. sehr schwach, bei den Singvögeln und den Papageien sehr kräftig — den Eindruck, daß sich zu dem alten schon bei den Reptilien nachweisbaren Bestand der Striatumfasern bei den Vögeln mehr und mehr Anteile aus der Rinde gesellen.

a) Mediodorsale Rinde. Tractus septo-mesencephalicus. Tr. praecommissuralis, Tr. cortico-habenularis, Commissura pallii.

Dieser Abschnitt kennzeichnet sich mindestens in den frontalen $^2/_3$ des Gehirnes immer schon als Längswulst auf der Oberfläche. Lateral wird er von der Vallecula gegen die frontale und weiter hinten auch die parietale Rinde abgegrenzt. Er ist das am längsten bekannte Rindenstück, weil er allein deutlich vom Stammhirn abscheidbar ist. Die Breite des zwischen Hirnspalt und Vallecula liegenden Rindenstückes variiert nicht wesentlich bei pen verschiedenen Arten, nur bei einer Art, bei Struthio camelus, ist sie relativ sehr groß. Hier liegt beiderseits von der Mittellinie ein dicker Wulst, der weithin auf die laterale

Seite ragt und dem ganzen Gehirn etwas giebt, was es sofort in der Form von allen anderen Vogelhirnen unterscheidet. Fig. 4, S. 360.

Überall ist die Rindendicke am dorsalen Rande, demselben, welcher als Wulst neben der Hirnspalte liegt, größer als weiter ventral in der Scheidewand selbst. Dort wird sie allmählich dünner und endet in der ventralen Hälfte der Scheidewand in vielen Fällen ganz, so daß die aus ihr entspringenden Faserzüge frei zu Tage liegen oder doch nur durch eine eine dünne graue Lage gedeckt sind. Bei einigen Vögeln — Taube z. B., erkennt man, daß, wie bei den Reptilien die Rindenendigung an der Scheidewand in einer von vorn unten nach hinten oben aufsteigenden Linie abschließt. Ihre Endigung ist durch eine feine Kante markiert, welche im Wesentlichen durch das abrupte Aufhören der Molekularschicht gebildet wird. Überall scheint durch die Rinde das in ihr entspringende Marklager weiß durch. An der erwähnten Kante wird es vollkommen frei und liegt in dicken weißen Zügen zu Tage. Dieser Markbelag wird schon lang als Scheidewandbündel bezeichnet. Taf. I auf allen Figuren.

1. Das Scheidewandbündel überzieht in wechselnder Ausdehnung — auch bei den Individuen der gleichen Art wechselnd — dorsal mit breitem Fächer entspringend und ventral sich zum Fächerstil einend den größten Teil der medialen Hirnwand. Es ist das am längsten und besten bekannte Bündel des Vogelgehirnes. Der breite Markbelag, den es so sichtbar auf der Medialwand bildet, mußte schon den ersten Untersuchern auffallen. Der Stil zieht um den Hirnschenkel herum lateral, und dann dicht vor dem Tractus opticus dorsalwärts. Da, wo der Tractus opticus sich, etwas caudaler, im wesentlichen zum Mittelhirndach wendet, trennen sich die Fasern des Scheidewandbündels von ihm, und dringen in den seitlichen dorsalen Thalamusabschnitt ein, wo sie in einem flachen langgestreckten Ganglion zu gutem Teil enden. Ein Teil gelangt aber weiter caudal und endet (gekreuzt? und) gleichseitig im Dache des Mittelhirnes. Taf. II, Fig. 3; Taf. III, Fig. 4; Taf. IV, Fig. 9—11; Taf. V.

Die Kreuzung liegt innerhalb der frontalsten Fasern der Lamina commissuralis mensencephali. Einige wenige Fasern dringen allerdings noch weiter caudal, etwa bis in die Frontalebenen des Oculomotoriuskernes. Ich habe das Bündel schon Anfang der 90er Jahre durch Hemisphärenverletzung mehrfach zur Degeneration gebracht und mit der Marchimethode studiert, neuerdings ist uns wieder an 5 Gehirnen die künstliche Entartung geglückt. Taf. V, Fig. 2. Wir sind also berechtigt das Scheidewandbündel als Tractus septomesencephalicus zu bezeichnen. Die Degenerationsversuche ergeben, daß, bei der Taube wenigstens — von anderen Vögeln weiß ich in dieser Beziehung nichts — dieser Faserzug in der Hirnrinde entspringt und caudal endigt. Er ist fast der einzige größere corticogene

Zug. Die meisten anderen Rindenbündel stammen aus dem Thalamus oder von noch weiter caudal und endigen in der Rinde.

Die Fasern entstammen den Axenzylindern großer und mittlerer Pyramidenzellen der Rinde, die sich leicht mit der Golgimethode imprägnieren lassen, ein Teil aber kommt aus der Tangentialfaserschicht der medio-dorsalen Rinde. Calleja hat die Golgibilder, welche hier in Betracht kommen, genau beschrieben. Seinen Angaben kann ich nichts besonderes zufügen. Das ventral im Bereiche seines Stieles einheitliche Bündel ist dorsal, in der Gegend der Hirnkante und etwas weiter ventral aus zwei Anteilen zusammengesetzt, dem tangentialen und dem tief entspringenden Markanteil. Der Tangentialteil entspringt nicht nur von der Medialwand, sondern — bei verschiedenen Vögeln verschieden ausgedehnt — aus dem ganzen Bereiche der medialen Hirnkante bis weithin lateral. Der Marklageranteil ist bei den meisten Vögeln so dünn, daß man zunächst glaubt, das ganze Bündel stamme aus der Tangentialschicht, aber bei einigen wenigen, der Eule z. B. und dem Strauß ist besonders in den frontalsten Ebenen der Marklageranteil der weitaus stärkere.

Taf. II, Fig. 3 giebt eine gute Übersicht über den Verlauf des Bündels an der Scheidewand. Was besonderer Erwähnung verdient, weil zufällig an dieser Figur nicht sichtbar, das ist der besonders [mächtige Zuzug aus der Tangentialschicht der frontalen Rinde ein Zuzug, der zwar nicht konstant aber ungemein häufig ist. Auf den Figuren der Seite 374 ist er immer zu sehen. Ein gut Teil dieser Fasern verläuft fast horizontal von vorn nach hinten um den Stiel zu erreichen. Taf. IV, Fig. 9—11.

Der Tractus septo-mesencephalicus entwickelt seine Markscheiden wohl immer erst nach der Geburt, wenigstens war er bei den untersuchten jungen Vögeln, deren Verzeichnis man unten findet, immer marklos. 8 Tage nach der Geburt ist das Bündel bei dem Huhne markhaltig.

Über seine Funktion haben wir nichts ermitteln können. Sowohl meine eigenen Beobachtungen nach Durchschneidungen des Bündels, als die, welche Herr Doc. Dr. Jensen schon 1894 auf meine Veranlassung hin angestellt hat, ebenso die von Wallenberg, haben keine Ausfallerscheinungen nach Durchtrennung des Faserzuges erkennen lassen. Da das Bündel zwar bei Reptilien angedeutet, aber erst bei Vögeln stark entwickelt ist, da es sich erst nach dem Auskriechen mit Markscheiden umgiebt und bei dem nicht fliegenden Strauße relativ dünn ist, so liegt der Gedanke nahe, daß es irgendwie in Beziehung zur Flugfähigkeit stehe. Aber es zeigen sich bei guten und schlechten Fliegern so geringe Unterschiede, daß die Vermutung hier keine Stütze findet. Vielleicht geben einmal Untersuchungen

an Raubvögeln oder Störchen verschiedenen Nestalters hier Aufklärung. Die Eule ist kein starker Flieger und hat eines der mächtigsten Scheidewandbündel, bei dem jungen eben flügge gewordenen Thurmfalken, dem einzigen wirklichen Raubvogel, den ich untersuchen konnte, war der Faserzug recht dünn.

Das von allen Älteren gesehene Bündel ist zuerst genauer von Bumm beschrieben worden, der seine Beziehungen vollständig klar ermittelt hat. Auch die Späteren sind über das, was er fand, nicht hinausgekommen. Dass das Bündel bis in den Epithalamus hinein degeneriert, fanden auch Bruce und Warrington, während Münzer und Wiener ausdrücklich bestreiten, daß es absteigend degeneriere. B. & W. fanden auch einen dünnen Zug, der caudal von der Commissura anterior aus dem Areal des Scheidewandbündels sich ablöst und bis in den ventralen Thalamus hinein degeneriert „Fornix".

Innerhalb der mediodorsalen Rinde verlaufen keine stärkeren Associationsbündel, doch besteht durch die gut ausgebildete Tangentialfaserschicht eine reiche Verbindung der einzelnen Rindenteile unter einander.

Aus den caudaleren Abschnitten der Scheidewand stammen noch eine Anzahl kleinerer Bündel.

2. Fasciculus praecommissuralis. So hat Elliott Smith ein bei niederen Säugern an gleicher Stelle dicht vor der Commissura anterior gelagertes „Bündelchen zum Fornix" genannt. An Markscheidenpräparaten der Vögel erkennt man, daß sich von dem Tractus septo-mesencephalicus dicht vor der Commissura anterior ein Bündel zarter dünner Fasern ablöst, das im zentralen Grau der Lamina terminalis und dann der Ventrikelwand caudal zieht und in der Gegend dorsal vom Tuber cinereum, wo übrigens zahlreiche ähnlich verlaufende Fäserchen anderer Provenienz einherziehen, der Verfolgung entgeht. Wir haben das Bündel wiederholt zur Entartung gebracht. Bei Tauben, wo dies fünfmal durch Zerstörung der medialen Wand oder deren Anätzung gelang, war es niemals über die Ebene der Commissura anterior hinaus degeneriert zu verfolgen, wenigstens nicht mit Sicherheit. Bei einer Gans aber, die einen senkrecht von oben nach unten gehenden Strich. direkt lateral von der Mittellinie überstanden hatte, sahen wir den Faserzug caudalwärts degenerieren. Er trennt sich in den frontalsten Ebenen des Chiasma von den Fasern des Scheidewandbündels, bleibt während dieser dorsal zum Thalamusrande ziehen, ventral und gerät schnell an die Innenseite des Tractus obticus ganz ventral. Hier liegt er dicht dorsal von dem ventralen Opticusbündel und läßt sich mit diesem, welches aus dem Ganglion ektomamillare stammt, rückwärts verfolgen, wo er dann an der Hirnbasis hinter und medial von Ektomamillare endet. Bestätigen andere Beobachtungen diesen Verlauf, so würde sich der Name Tractus septo-hypothalamicus rechtfertigen lassen.

Es muß erwähnt werden, daß ein Teil dieser rückwärts degenerierenden Fasern schon da, wo das Scheidewandbündel sich um das Brachium lateral windet, in einem kleinen basalen Kern zu enden scheinen.

Der bei unverletzten Tieren nicht leicht zu findende Zug ist bisher, für die Vögel wenigstens, noch nicht beschrieben worden.

3. Tractus cortico-habenularis. Aus dem occipitalen Teile des Septum stammen die relativ dicken Fasern, welche direkt caudal zum Ganglion habenulae ziehen. Erst ganz nahe diesem vereinen sie sich mit den aus der Pars temporalis anfsteigenden Fasern der Thaenia thalami. Wir haben fünfmal dieses Bündel durch Anätzung und auch durch Abtragung dorsomedialer Rindengebiete zur kompleten Degeneration gebracht.

Lotheissen hat zuerst bei Säugern einen Faserzug aus der Rinde zur Thaenia gefunden. Edinger hat an Reptilienvorderhirnen das konstante Vorkommen des Zuges und seine Beziehungen zu den einzelnen damals zuerst abgeschiedenen Teilen der Thaenia ermittelt. Westphal und dann Singer und Münzer haben den Faserzug ebenfalls erkannt und auch zur Degeneration gebracht.

4. Commissura pallii. Lateral vom Tractus cortico-habenularis liegen in den allercaudalsten Abschnitten der Medianwand, dicht an der Stelle, wo sie sich zum Plexus verdünnt, noch eine Anzahl Fasern, welche nach kurzem ventral gerichteten Verlaufe hinüber zur anderen Hirnhälfte kreuzen. Es ist uns nicht gelungen, sie zur Degeneration zu bringen. Ebenso wenig gelang es trotz eifrigen Suchens ein Bündel zu finden, das etwa dieser Kreuzung entstammend anderwärts zog. Natürlich liegt die Vermutung nahe, daß es sich hier um etwas dem Psalterium Ähnliches handeln könne und deshalb haben wir alle Schnitte sehr sorgfältig nach dem etwaigen Vorhandensein absteigender Fornixfasern untersucht. Beim Strauß, wo die Commissura pallii besonders mächtig ist, finden sich auch keine anderen Fasern als solche, welche von einer zur anderen Seite ziehen. Taf. I, Fig. 5; Taf. II, Fig. 3.

Die Commissura pallii ist zuerst von Meckel als „Balkenrudiment“ beschrieben und später mehrfach gesehen worden. So von Bumm, Osborn, der sie genauer beschrieb, von Münzer und Wiener, die auch ausdrücklich konstatieren, daß sie nicht nach Abtragung einer Hemisphäre degeneriert.

Ob die Vögel einen Fornix sensu strenuo, d. h. einen Tractus cortico-mamillaris haben, ist nicht sicher. Wenn die Thaenia sich im Bereiche des Zwischenhirnes aus dem Tractus cortico-habenularis und dem Tractus olfacto-habenularis zusammensetzt, tritt ein feines Bündelchen von ihr ventralwärts, das durch die dicken Fasern des Brachium cerebri hindurch etwas ventro-caudal verfolgt werden kann, wo es dorsal vom Tuber cinereum der Verfolgung entgeht. Dieses bei den Reptilien, wo ein zweifelloser Fornix vorhanden ist, als

Tractus strio-habenularis einstweilen bezeichnete Bündelchen könnte ein Fornixbündelchen sein. Doch haben wir bei den zahlreichen künstlich gesetzten Degenerationen niemals einen Strang gefunden, der allen Anforderungen an einen Fornix entspräche.

b) Frontale Rinde und Markfeld der Basis. Tractus thalamo-frontalis. Tractus fronto-epistriaticus.

Die frontale Rinde überzieht lateral von der Vallecula den ganzen Polus anterior bis an den kleinen Riechlappen heran. Ihre ventrale Abgrenzung liegt am Rande der Fovea limbica, wo sich Fasern zu dem seitlichen Längsbündel des Vogelgehirnes sammeln. Eine Grenze gegen den Parietalteil ist nicht aufzustellen. Die frontale Rinde, das unter ihr liegende frontale Mark und der Kopf des Striatum, in welchen jenes Mark zum Teil eingebettet ist, bilden eine beim Erwachsenen nicht durch einen Ventrikelspalt getrennte Masse. Es ist deshalb ganz unmöglich die Fasern aus der Rinde von denjenigen aus dem Kopfe des Striatum auf Schnitten zu trennen und es soll deshalb die ganze Fasermasse gleichzeitig besprochen werden.

Aus dem Frontalabschnitte entspringen bei verschiedenen Familien sehr verschieden große Fasermassen. Wir haben, durch unsere Technik beschränkt, natürlich nur Schätzungen der markhaltigen Bahnen machen können. Da zeigt sich zunächst, daß die drei geschnittenen Strauße überhaupt kaum nennenswerte Fasern haben. Immerhin ist dadurch ein Fehler möglich, daß die Erhaltung der Gehirne nicht absolut gut war und möglicherweise gerade die feinen Rindenfasern besonders an Färbbarkeit eingebüßt haben. Auch die Möven haben sehr wenig Frontalmark. Bei den Tauben ist es, wie ein Blick auf Fig. 1—4, Taf. I zeigt noch recht dünn, aber bei den Hühnern trifft man schon recht deutliche und reiche Züge an. Noch reicher als hier ist das Frontalmark bei den Raben und den Passeres ausgebildet, wo dann namentlich einige singende Vögel deutliche Markbündel, nicht etwa nur einzelne Züge besitzen. Auffallend stark ist die Entwicklung bei Budytes melanocephalus, bei Machaetes und Oriolus, die höheren Werte aber werden erst erreicht bei den Papageien und bei unserer Gans. Hier nur kann man von einem wirklichen Lager frontalen Markes sprechen. Bei den Papageien sondert sich zudem aus der Gesamtmasse der ziemlich senkrecht zur Basis herabziehenden Fasern schon weit frontal ein eigenes kräftiges Bündel, welches das dort mächtige und weit frontal reichende Mesostriatum resp. seinen Lobus parolfactorius durchbrechend eine echte Capsula interna darstellt. Fig. 1, 2, 5, Taf. II; Fig. 2, 3, 4, 9, Taf. IV.

Dieses Bündel, dessen Weiterverlauf ich nach seinem Eintreten in den Hirnschenkel nicht mehr kenne, kommt, soweit ich sehe, nur den Papageien zu und dürfte leicht durch an solchen vorzunehmende Stirnhirnverletzungen zur Entartung zu bringen sein. Die Fasern aus der Rinde selbst lassen sich bei den meisten Vögeln, besonders gut bei den Papageien dadurch von den Striatumfasern zu einem gewissen Teil trennen, daß sie dicht unter der Rinde ein dünnes Lagerbilden, dem fortwährend Fasern zu- und entströmen. Fig. 1, 2, 4, S. 374 und Fig. 1, 2, 5, Taf. II; Fig. 5, 6, Taf. III. Bei den Papageien speziell kommt außer dem eben erwähnten, ganz frontalen starkfaserigen Bündelchen noch ein zweites etwas caudaler liegendes vor, welches weniger dicke Fasern enthält und auch sonst lockerer an geordnet ist.

Es ist schon erwähnt, daß ein guter Teil der Fasern des Frontalmarkes dem Hyperstriatum entstammt. Man wird diesen Anteil weiter unten als Tractus strio-thalamicus, strio-mesencephalicus, thalamo-striaticus etc. näher auf Grund von Degenerationsversuchen beschrieben finden. Daß aber bei vielen Vögeln, insbesondere bei den Papageien, Fasern aus der Rinde selbst entspringen oder da enden, ergiebt leicht jeder auf Markscheiden gefärbte Schnitt. Unsere Degenerationsversuche, welche sich nur auf die Taube hier erstrecken, ergaben, daß bei diesem Vogel sicher kein markhaltiges Bündel in der Rinde entspringt.

Während es aber nicht gelang durch sorgfältiges Anätzen, durch Gefrieren des Stirnpoles mit Chloräthyl, durch Anschaben, eine absteigende Degeneration zu erzielen, fanden wir, daß nach Anstechen des Thalamus mehrmals ein Faserzug bis hinein in die Frontalrinde entartet. Es giebt also, bei der Taube wenigstens, auf welche sich unsere derartigen Untersuchungen allein beziehen, keinen aus der Rinde stammenden Faserzug, es giebt aber einen:

1. Tractus thalamo-frontalis. Dieser Zug, welcher bei der Taube vielleicht die Hauptmasse des spärlichen Stirnmarkes ausmacht, entartet namentlich wenn der Nucleus anterior thalami getroffen wird. Bei den Vögeln mit reichem Frontalmark, namentlich bei der Gans, die ja leicht operierbar ist, müssen neue Untersuchungen noch angestellt werden. Taf. VI, Fig. 3 und 4.

Die Rindenfasern und die Hyperstriatumfasern zusammen ziehen als Frontalmark in mehr oder weniger dichten Zügen in der Frontalebene ausgebreitet über die ganze Breite des Gehirnes hinab zur Basis. Dort sammeln sie sich, ehe sie caudal abbiegen zu einem weißen Markbelag, der immer an der Unterfläche des Gehirnes sichtbar ist. Er bildet einen je nach der Mächtigkeit der Frontalfaserung mehr oder weniger großen Anteil des basalen

Markfeldes. Dieser Anteil des Markfeldes ist bisher nicht erkannt worden, die Autoren Alle sind vielmehr der Ansicht, daß das große weiße Feld im Wesentlichen durch den gleich zu beschreibenden Tractus fronto-epistriaticus gebildet werde. In der That bildet das Frontalmark, auch wo es kräftig vorhanden ist, nur den allerfrontalsten Teil des Markfeldes der Basis, die Hauptmasse wird jedenfalls von Fasern anderer Bedeutung gebildet. Es verschwindet nach kurzem caudal gerichteten Verlaufe wieder von der freien Unterfläche, weil es an der Stelle, wo das Mesostriatum die Basis erreicht, von diesem dorsalwärts gedrängt wird und nun die zwischen Mesostriatum und Hyperstriatum liegende Lamina medullaris dorsalis bilden hilft. Fig. 3, Taf. IV. An den Vogelgehirnen, wo die laterale Mesostriatumzunge besonders ausgebildet ist, wird das Frontalmark von dieser teils zerspalten, teils medial gedrängt, um aber dann auch in die Lamina medullaris dorsalis einzugehen. Einige Bündel ziehen dann auch direkt durch das Mesostriatum caudal zum Brachium cerebri. Fig. 1, 2, 4, Taf. II; Fig. 4, 9, Taf. IV.

Das Markfeld an der Basis verschwindet aber nicht an der Stelle, wo die Frontalfaserung dorsalwärts und caudalwärts in der Tiefe des Gehirnes eintaucht. Man erkennt vielmehr an Frontalschnitten sofort, daß gerade die Hauptmasse des basalen Markfeldes frei liegen bleibt, daß es sich hier um ein eigenes Bündel handelt, welches sich wenig weiter caudal dann am dorso-lateralen Rand des Mesostriatum anlegt und diesen bis dahin begleitet, wo er unter dem Epistriatum (s. Fig. 5 b, S. 363) verschwindet. Dieser lange Fasertractus ist bekannt seit Meckel, der die Gesamtmasse des basalen Markes schon sehr schön abbildete, ihn gesehen hat. Näher beschrieben wurde er zuerst durch Bumm als „basales Associationsbündel". Seit seiner Arbeit ist nichts mehr Neues über ihn bekannt geworden.

Anfang und Ende berücksichtigend haben wir diesen Faserzug:

2. Tractus fronto-epistriaticus genannt. Der Tractus fronto-epistriaticus ist bei verschiedenen Arten sehr verschieden stark ausgebildet. Ich kann bei Durchmusterung des gesamten Eingangs aufgezählten Materiales etwa drei Typen unterscheiden. Ziemlich alle Passeres haben nur einen feinen hauchartigen Belag an der Unterseite des Gehirnes. Die Tauben, deutlicher noch die Möven, Raben und Spechte, besitzen ganz lateral einen breiten weißen Streifen, Fig. 5 a, während die medialeren $^3/_4$ der Basis für das nackte Auge grau erscheinen. Etwas breiter ist bei den Hühnern und dem Strauß der Belag, aber bei allen Papageien und ganz besonders bei der Ente und der Gans erreicht das basale Marklager eine sehr beträchtliche Ausdehnung. Fig. 5 b.

Schnitte an denen die Markscheiden gefärbt sind, lassen das folgende über den Frontalursprung erkennen: Die Fasern stammen alle aus der Tiefe der frontalen Hirnbasis. Sie treten aus dem Hyperstriatumkopfe und besonders aus dem Nucleus parolfactorius lateral, durchqueren dabei, wie man an der Abbildung vom Raben, Fig. 10 (4), S. 374, gut erkennt, die senkrecht abwärts ziehenden Fasern des Frontalmarkes und legen sich erst an der Basis zu dem einheitlichen Bündel zusammen. Sicher treten zu demselben aus der Lamina medullaris dorsalis noch Züge, vielleicht ganz gleicher Herkunft aber etwas abweichenden Verlaufes. Taf. III, Fig. 1; Taf, I, Fig. 2.

Dem Tractus wachsen noch von anderen Stellen her Anteile zu. Zunächst erhält er oft — immer? — ein Faserbündel, das ganz medial an der Hirnbasis vorn entspringt, diese vor dem Lobus parolfactorius oder denselben überquerend im Zuge lateral umschlingt und sich erst als caudalster Anteil der Gesamtfaserung bemengt. Fig. 3 und Fig. 4, Taf. IV.

Dann erhält er einen Zuwachs aus der Commissura anterior. Dieser ist auf degenerativem Wege nachgewiesen.

Der Tractus fronto-epistriaticus bildet bei den meisten Vögeln die Hauptmasse des basalen Markfeldes. Sein caudales Ende wendet sich, nachdem es den großen Epistriatumkern unter Abgabe von Fasern passiert hat, dorsalwärts und splittert im caudalen Abschnitte des Stammganglions dorsal strebend in feine Bündel auf. Diese Aufsplitterung ist gut, Taf. II, Fig. 4, zu sehen. Der Verlauf des ganzen Bündels erhellt am klarsten aus den Figuren der Tafel I.

Daß der Faserzug dem Stirnhirn entspringt und im Epistriatum endet, ergiebt sich daraus, daß er nach Abtragung des Stirnlappens (Taube) rückwärts entartet. Es ist Wallenberg gelungen, bei der Gans sein mediales Ende durch einen Einschnitt in die Hirnbasis durchzuschneiden. Dabei hat sich auch ergeben, daß die erwähnten Fasern, welche nahe der Hemisphärenmitte an die Basis gelangen, nicht direkt rückwärts ziehen, sondern in lateralwärts gerichtetem Verlaufe den Lobus parolfactorius überquerend sich erst am lateralen Hirnrande rückwärts wenden um dann bis in das Epistriatum hinein mit den anderen Fasern zu verlaufen. Dieser Versuch an der Gans hat aber noch ein Weiteres gelehrt. Es war der Schnitt caudal durch die Commissura anterior gegangen, Taf. VII, unten links. Auch diese war zur zur Entartung gekommen und nun zeigte sich, daß aus der Commissur ein zur Schnittstelle gekreuztes Bündel frontalwärts bis in die Gegend des Nucleus basalis entartete. Dieser Commissurenbündel macht also einen Teil der basalen

Markstrahlung aus. Es wird später näher zu beschreiben sein. Zunächst sei festgestellt, daß — mindestens bei der Gans — die basale Markstrahlung aus zwei Bündeln besteht, dem Tractus fronto-epistriaticus und dem Commissurenbündel. Von diesen entspringt der erstere in dem massiven Stirnlappen, der letztere in dem großen Kerne des Epistriatum. Beide haben also entgegengesetzte Verlaufrichtung.

Die Reptilien besitzen einen Faserzug von ganz dem gleichen Verlaufe. Derselbe ist in Heft 3 als Tractus cortico-epistriaticus beschrieben.

3. Fibrae propriae des Frontalhirnes. Ebenso wechselnd wie die Frontalfaserung überhaupt ist auch das System ihrer Fibrae propriae, welches bisher noch nicht beschrieben worden ist, ausgebildet. Man findet bei den Papageien, den Passeres und den Spechten, ebenso bei der Gans, aber nicht bei Strauß und Huhn solche Züge. Mindestens fehlten sie den untersuchten Exemplaren.

Ein Teil der mitten in der Rinde selbst liegenden Eigenbahnen kann caudalwärts zum Parietalteil, ein anderer mehr in dorsoventraler Richtung verfolgt werden. Von der letzteren Faserkategorie sind immer viele Züge meist ganz kurzen Verlaufes vorhanden, die man zweckmäßig als coronalen Associationszug zusammenfaßt. Taf. I, Fig. 2. Der Zug enthält wahrscheinlich nur Verbindungen von relativ nahe an einander liegenden Rindenstellen und ist niemals im Ganzen zur Degeneration gelangt. Das letztere ist auch bei dem „fronto-parietalen Zuge“ der Fall. Beide Associationsbündel liegen in und unter der Rinde und da, wo sie am stärksten ausgebildet sind, reichen sie fast bis an die Oberfläche heran, so daß dann die ganze Rinde ein feingestreiftes Aussehen durch die ihrer Oberfläche fast parallel verlaufenden Fäserchen bekommt. Es ist nach den Markscheidenfärbungen wahrscheinlich, daß der coronale und der fronto-parietale Zug in ihren tiefsten Schichten einige lange Fasern enthalten, welche also entferntere Rindengebiete verbinden können.

Die frontale Rinde ist durch das parieto-frontale Associationsbündel fast immer mit der parietalen Rinde verbunden. Dieser Zug verläuft innerhalb und unterhalb der Rinde und ist nicht scharf von der manchmal recht kräftig entwickelten äusseren Associationsfaserschicht der Rinde zu trennen. Taf. II, Fig. 1, 2.

c) Parietale Rinde. Tractus thalamo-parietalis (und parieto-thalamicus?)

Die Tangentialfaserschicht ist außerordentlich dünn oder fehlt an vielen Orten ganz. Innerhalb der Rinde verläuft dorsoventral ein coronaler feinfaseriger Associationszug, ähnlich wie in der frontalen.

Wenig entwickelt bei der Taube, aber sehr kräftig bei der Kampfschnepfe, dem Sonnenvogel und den Papageien ist das fronto-parietale Associationsbündel, dessen Fasern in äußeren Teilen der Frontalrinde entspringen um rückwärts ziehend in den tieferen Schichten der parietalen Rinde zu enden.

Die parietale Rinde nimmt Fasern aus dem Thalamus auf und entsendet solche zu ihm. Die vereinten Bahnen bilden ein sehr deutliches Bündel markhaltiger Fasern, das Parietalmark. Taf. II, Fig. 1, 2, 4, 5; Taf. III, Fig. 3; Taf. V.

Auch die Entwicklung des Parietalmarkes ist bei den verschiedenen Arten eine sehr differente. Im allgemeinen ist es da besonders ausgebildet, wo auch das Frontalmark stark ist und umgekehrt. Sehr spärlich ist es bei den Tauben, Hühnervögeln, Raben, auch bei den Passeres. Unsere Strauße hatten ebenfalls sehr wenig Parietalmark. Bei den Papageien wo es am besten entwickelt ist, sammeln sich alle seine Fasern zwischen Rinde und Striatum zu einer dünnen Markplatte, die man recht wohl als Capsula externa bezeichnen kann da sie ganz homolog dem gleichen Abschnitte bei den Säugern liegt. Bei Machaetes ist zwar der eigentliche Tractus thalamo-parietalis kaum wesentlich stärker entwickelt als an großen älteren Tauben, aber das innerhalb der Rinde liegende parieto-frontale Associationsbündel und ganz besonders auch die Capsula externa sind sehr viel deutlicher ausgesprochen.

Das parietale Mark ist in seinen frontaleren Ebenen hauptsächlich dorsoventral gerichtet und trifft da nach sehr kurzem Verlaufe auf das Ektostriatum. Es durchmißt und umfaßt dasselbe und gerät zwischen ihm und dem Mesostriatum in die Markschicht, welche jenes dorsal umgürtet. Da biegen die Fasern caudalwärts. Es ist nicht sicher zu ermitteln in welche feineren Beziehungen sie zu dem Ektostriatum geraten. Jedenfalls machen sie einen beträchtlichen Teil der Markkapsel aus, welche dieses Ganglion umschließt. Etwas weiter caudal wird der ganze Zug länger und damit übersichtlicher. Mit dem Verschwinden des Ektostriatum zeigt sich deutlich wie die aus der Rinde kommenden Fasern das Hyperstriatum durchqueren um in die ventral von ihm liegende Lamina medullaris dorsalis einzutreten. Auf ihrem Wege begegnen sie den aus dem Hyperstriatum selbst entspringenden Zügen zur gleichen Markplatte. Die etwas verschiedene Verlaufrichtung Taf. I, Fig. 4 gestattet immer die Trennung von Rinden- und Striatumfasern zur Lamina medullaris. Auch ist die Striatumfaserung feinfaseriger.

Es ist sehr schwer das parietale Pallium, welches so dicht mit dem Hyperstriatum vereint ist, isoliert zu verletzen, immer bekommt man auch Striatumverletzungen nebenbei. Deshalb ist es uns nicht gelungen über die Herkunft des parietalen Markes viel zu ermitteln.

Nur eines ließ sich mit Sicherheit nachweisen: Es endet im Parietalhirn der Tauben ein Faserzug. Derselbe entartet bis dahin, wenn man den Nucleus rotundus thalami ansticht. Der Zug verdient also zunächst den Namen:

1. Tractus thalamo-parietalis.

Ob auch Fasern dort entspringen ist unsicher. Zweifellos entarten bei der Taube aus der Parietalgegend absteigend Fasern bis in den Nucleus rotundus hinein, aber alle Versuche ließen es wahrscheinlicher erscheinen, daß diese ausschließlich im Striatum entspringen.

2. Viele Vögel besitzen ein langes in fronto-occipitaler Richtung dahinziehendes Markbündel, das in den frontalsten Ebenen des Striatum entspringt und im Wesentlichen innerhalb des Stammganglions auch occipital endet. Es schien mir öfter als entsende dieser dorsale Associationstract des Stammganglions auch Fasern in die parietale Rinde, wie das übrigens schon Bumm, der den ganzen Zug als corticalen Associationszug auffaßt, geschildert hat. Unten wird hierauf näher einzugehen sein. Taf. II, Fig. 4.

d) Die occipitale Rinde

ist ein dünnes Blatt das in direkter Fortsetzung der medialen Scheidewand die dorsalen $^2/_3$ der occipitalen Hemisphäre überzieht, im ventralen Drittel verdünnt sich das Pallium hier zum Plexus choroides medialis und zu den bei Vögeln immer sehr kleinen Plexus choroidei laterales. Doch ist das nur in der Mittellinie, resp. beiderseits von derselben der Fall, in den Seitenteilen geht die occipitale Rinde direkt in den Überzug des massiven Temporo-occipitalpoles über. Die occipitale Rinde ist in ihrem freien Teil durch einen engen aber über den ganzen dorsalen Occipitalpol ausgebreiteten Ventriculus occipitalis von der unter ihr liegenden mächtigen Anschwellung des Hyperstriatum und einem Teile des Epistriatum getrennt. In ihren medialeren Abschnitten hat sie eine kräftige Tangentialfaserschicht, die unmittelbar einwärts zum Scheidewandbündel zieht, wohin sich auch der größte Teil ihres spärlichen Markes begiebt. Taf. I, Fig. 7.

e) Temporo-occipitale Rinde. Tractus occipito-mesencephalicus, Temporales Mark.

Man trennt zweckmäßig den basalen Abschnitt der occipitalen Rinde, welcher dem massiven Hirnstamm ohne Ventrikelgrenze anliegt, vom dorsalen und vereint ihn mit dem temporalen Abschnitte, weil keine schärfere Grenze da ist und weil ein einziges Faserbündel aus beiden gemeinsam entspringt.

Die erwähnte Rinde umgiebt außen den caudalen Abschnitt des Mesostriatum und das Epistriatum. Von dem letzteren ist sie nicht immer scharf zu trennen. Ebenso ist da,

wo diese Rinde die Hirnbasis überzieht, eine scharfe Grenze gegen den ihr innen anliegenden Nucleus thaeniae nicht zu finden. An der Stelle, wo sie das Epistriatum überzieht, ist die temporo-occipitale Rinde sehr dünn. Dieser ganze Rindenabschnitt weist bei den einzelnen Vögeln recht beträchtliche Differenzen auf. Es kommt z. B. bei den Papageien durch besondere Ausbildung des temporalen Teiles zu einem sehr vorspringenden Schläfenpole, der weithin basal und frontal reicht, ebenso bei der Gans, dem Raben, den Möven, zum Teil auch bei den Hühnern. Doch trägt außer der Rinde vornehmlich die Ausbildung des Epistriatum zu der Bildung eines Poles temporalis sehr viel bei.

1. Wenn der Schläfenpol gut ausgebildet ist — nicht bei der Taube —, entsendet er recht beträchtliche Markfaserzüge einwärts und abwärts zum Hirnschenkel. Temporales Mark. Da wir keine Vögel mit temporalem Mark zu Experimenten benutzen konnten, haben wir nicht durch secundäre Degeneration ermittelt, wo die da entspringenden oder endenden Fasern ihren weiteren Verlauf haben. Taf. V.

2. Dagegen kann man mit großer Sicherheit angeben, was aus den mehr occipital und basal entspringenden Markfasern wird. Diese einen sich nämlich zusammen mit solchen aus dem caudalen Striatum zu einem Zuge, der dorsal im Hirnschenkel verlaufend bis in das Mittelhirn rückwärts verfolgt werden kann. Tractus occipito-mesencephalicus.

Bumm hat bereits gesehen, daß im temporo-occipitalen Gebiete ein Faserzug entspringt, welcher in den Hirnschenkel geht. 1895 erbrachte ich den Nachweis, daß dieser Zug in das Mittelhirn gelangt und verglich ihn mit der Sehfaserung bei den Säugern weil eben im Mittelhirne der Opticus entspringt. Eben in dieser Zeit fand ich, daß Tiere, denen man den Occipitalpol abschnitt für längere Zeit gekreuzt blind werden, wie mir scheint, ein Beweis für die erwähnte Homologisierung. Auch konnte ich dreimal sekundäre Degeneration bis in das Mittelhirn erzielen. Die Resultate soweit sie die Funktion betreffen, waren übrigens nur eine Bestätigung der mir damals unbekannten Versuche von Gallerani und der früheren von Stefani, welche durch Entfernen einer Hemisphäre bei Tauben, denen in mannigfacher Variation das eine oder andere Auge entfernt wurde, schon nachgewiesen hatten, daß die caudale Hemisphäre von Wichtigkeit für den Sehakt ist. Analoges hat Munk 1883 beschrieben. Ich verweise für die ganze physiologische Darstellung auf die Arbeit von Gallerani: Intorno al centri visivi dei colombi. Archivio per le scienze mediche Vol. XVI, Nr. 11, S. 215.

Auch Jelgersma, Münzer und Wiener, sowie Boyce und Warrington konnten später durch Hemisphärenverletzung bis in das Mittelhirn degenerierende Fasern nach-

weisen. Münzer und Wiener haben zudem entdeckt, daß es einen Faserzug aus dem Mittelhirndach giebt, der nach Zerstörung dieses bis in das Striatum hinein frontalwärts degeneriert. Doch bleibt es für diese Funde zweifelhaft, ob es sich um das Rindenbündel handelt oder ob nicht etwa die mit ihm gesellschaftete Striatumfaserung wesentlich in Betracht kommt, da die Autoren für diese Versuche keinen Unterschied zwischen Rinde und Striatum machen. Es ist uns gelungen nachzuweisen, daß schon nach oberflächlicher Anätzung der Rinde der von mir gefundene Faserzug entartet. Vielleicht handelt es sich um ein doppelläufiges Bündel, das Fasern aus dem Mittelhirn und solche zu demselben enthält. Leider ist auch bei den vorsichtigsten Versuchen nie ganz auszuschließen, daß von dem unterliegenden Stammganglion etwas verletzt sein könnte. Immerhin habe ich durch Vergleichung aller Degenerationsbilder und durch sorgfältiges Studium der Markscheidenpräparate die Überzeugung gewonnen, daß von dem Tractus strio-mesencephalicus dieser Tractus occipito-mesencephalicus zu trennen ist. Wir haben im Verlaufe dieser Untersuchungen eine sehr große Anzahl von occipitalen Hemisphärenabschnitten abgetragen, haben das Bündel auch in seinem Verlaufe durch das Zwischenhirn hin, wo es dicht mit den gleichartig verlaufenden Fasern aus dem Striatum gemengt ist, verfolgt und ich bin nun in der Lage folgendes Genauere auszusagen: Die Fasern entspringen im ventralen Teile des occipito-temporalen Hirnabschnittes als feiner Fächer, vereinen sich lateral und besonders ventral vom Epistriatum und ziehen vereint mit den in jenem Ganglion entspringenden Fasern der Commissura anterior medialwärts. Ehe sie die Mittellinie erreichen, trennen sie sich von den Commissurenfasern und wenden sich in scharfem Winkel caudal. Unter der Commissura treffen sie auf die Hirnschenkelfaserung, der sie sich als eines der dorsal-medialsten Bündel anlegen, um in gestrecktem etwas lateral gerichtetem Zuge den ganzen Thalamus zu durchmessen. Erst am Frontalabschnitte des Mittelhirnes löst sich das Bündel. Einige Teile bleiben in der Umgebung der ventral vom Tectum opticum dort liegenden Ganglienmassen. Nucl. spiriformis, Nucl. praetectalis, andere lassen sich weiter caudal bis in die Formatio reticularis und das dort liegende Ganglion mesencephali profundum verfolgen, ja es gelangen Fäserchen bis in die Haube des Isthmus, eine Minderheit bis in die Gegend der frontalsten Quintuswurzeln. Ob Fasern in die graue Masse des Mittelhirndaches selbst eintreten, konnte nicht sicher entschieden werden. Taf: I, Fig. 6, 7; Taf. III, Fig. 4; Taf. V, Taf. VII.

Aus diesen Befunden geht hervor, daß dem Bündel nicht ausschließlich Beziehungen zu den Opticusendstätten zukommen. Aber es muß hervorgehoben werden, daß ein endgültiger Entscheid deshalb aussteht, weil es nicht gelang, in den Degenerationen die Fasern aus der

Rinde immer von denen aus dem Striatum zu trennen. Es wäre ja wohl möglich, daß die ersteren nur bis an die Basis des Tectum gehen, die anderen weiter hinab. Die Rindenfasern liegen überall dorsal von den aus dem Striatum entspringenden Bahnen des Tractus strio-mesencephalicus.

7. Wahrscheinlich gehört auch zu den Rindenbündeln ein kleiner Faserzug der bei Anätzung oder sonstiger Zerstörung des Temporo-occipitalpoles mit dem vorgenannten Bündel zusammen entartet, aber nicht gleichseitig caudal abbiegt, sondern als Bündel der Commissura anterior die Mittellinie überschreitet und dann im zentralen Grau des Thalamus verloren geht. Er ist ziemlich weit caudal in diesem Grau zu verfolgen. Da aber zweifellos die Commissura anterior in dem hier leicht mitverletzten Epistriatum entspringt, so ist es fraglich, ob man diesen Zug von ihr trennen soll. Immerhin ist uns von keinem anderen Tiere ein Zug aus der überall vorhandenen Commissura zum zentralen Grau bekannt und deshalb sei das Bündel getrennt angeführt.

V. Das Stammganglion.

Die Zusammensetzung aus dem großen dorsal liegenden Hyperstriatum, dem darunter gelegenen und durch die dorsale Marklamelle getrennten Mesostriatum, das im Inneren der Hohlrinne, welche es bildet, den Nucleus entopeduncularis umschließt, und dem Ektostriatum, welches sich von außen her zwischen Striatum und Mesostriatum einschiebt, ist oben bereits beschrieben. Auch das Epistriatum welches ventrocaudal anliegt, ist bereits erwähnt.

Die Golgipräparate ergeben, daß aus allen drei erstgenannten Ganglien Fasern entspringen und daß mindestens im Striatum auch welche enden. Speziell im Mesostriatum erkennt man leicht wie aus den vielverzweigten Zellen Achsencylinder in zunächst auffallend gradlinigem Verlaufe ventralwärts streben. Die Zellen des Striatum gleichen ganz denjenigen, welche ich in reicher Zahl von der Eidechse abgebildet habe, sie bedürfen deshalb nicht einer neuen Beschreibung. Besondere Erwähnung verdient nur ein Punkt. Es giebt im Stammganglion zwei Arten von Zellen, die bekannten großen mit den zahlreichen Dendriten und dem meist ziemlich gerade gestreckten Achencylinder und dann kleinere, deren Achencylinder kaum zu ermitteln ist, vielmehr dicht an der Zelle in einem außerordentlich dichten feinfaserigen Netzwerk verloren geht. Dieses Netzwerk ist wohl das dichteste und feinste, welches mir bis heute im Gehirn begegnet ist. Es erfüllt wahrscheinlich das ganze Striatum, wenn es auch an den meisten Präparaten immer nur fleckweise imprägniert war. Das gleiche wie die Golgibilder, aber mit noch größerer Sicherheit, lehrt die Methodik der Degeneration. Es

gelingt vom Striatum aus Fasern in den Thalamus zur Entartung zu bringen und es gelingt durch Thalamusverletzungen Fasern zu zerstören, welche im Striatum enden.

Diese Methodik war neben Markscheidenfärbungen im Wesentlichen auch der Führer bei der Bestimmung der Faserzüge selbst, Sie hat dabei recht weit geführt, es ist ihr aber nicht immer gelungen festzustellen, welche einzelnen Teile des Stammganglions zu den betreffenden Faserzügen in Beziehung stehen. Man kann wohl dorsale oder mediale oder laterale Abschnitte des Stammganglions verletzen und die danach folgenden Degenerationen studieren, man kann auch sehen wo einzelne Züge enden, die nach Thalamusverletzungen frontalwärts entarten, man kann aber nicht das Mesostriatum oder das Ektostriatum isoliert zerstören. Aus diesem Grunde wird man weiter unten vielleicht Fasern als dem Hyperstriatum entstammend angeführt finden, welche durch spätere gelegentliche Funde doch anderen Stammganglionanteilen zuzuweisen sein werden.

Bis zu einem gewissen Grade hat hier allerdings das Studium der Markscheidenentwicklung vorangeholfen.

Der Umstand, daß im ganzen Vorderhirn dicht vor der Geburt nur ein Faserzug zwischen Ektostriatum und Thalamus markhaltig ist und daß sich auch in den nächsten Tagen nach der Geburt nur Züge zwischen Thalamus und Stammganglion, aber noch gar keine Rindenfasern ausbilden, kam für die Beantwortung einiger hier auftauchender Fragen sehr gelegen.

A. *Hyperstriatum.*

Das Hyperstriatum ist das größte Ganglion des ganzen Gehirnes. Es wird medial und dorsal vom Ventrikel und dem kurzen verödeten lateralen Spalt desselben, lateral von der mit ihm fest verwachsenen Rinde begrenzt. Man stellt sich seine Form am besten als die eines gerundeten Kissens vor, dessen Frontalabschnitt — Kopf — mit der Frontalrinde zu einer einheitlichen bis zur frontalen Hirnbasis gehenden Masse verschmolzen ist. An der Unterseite des Kissens liegt, von ihm durch die Lamina medullaris dorsalis getrennt, das Mesostriatum. Von lateral her schiebt sich genau in das Niveau dieser Grenze die breite Platte des Ektostriatum einem Keil gleich ein. Noch nicht sicher ermittelt ist die Abgrenzung gegen das Epistriatum, von dem später die Rede sein wird. Aus dem Hyperstriatum entspringen ziemlich überall markhaltige Fasern, sie sind aber in den frontalen $^2/_3$ viel dichter und viel reicher als im caudalen Drittel, welches frei in den occipitalen Ventrikel hinein ragt. Alle diese Fasern sammeln sich dicht unter dem Striatum zu der Lamina medullaris dorsalis. Weitere größere Markfasergruppen finden sich besonders

reich in der Umgebung des Ektostriatum und schließlich dorsal zwischen Striatum und Rinde, die Capsula externa. Letztere ist nicht bei allen Vögeln markhaltig. Das Hyperstriatum wird nun von den Fasern aus der Rinde durchzogen und diesen mischen sich im Inneren des großen Ganglions die Fasern aus diesem selbst bei. Im Allgemeinen bietet die Faserung bei den verschiedenen Arten keine so wesentlichen Differenzen wie die Palliumstrahlung. Sie ist immer reichlich entwickelt. Die Züge liegen über den ganzen Querschnitt verbreitet, doch sind ihrer in den lateralen $^2/_3$ mehr als im medialen Drittel. Sie sammeln sich alle im ventralen Abschnitte des Striatum, um entweder direkt via Mesostriatum in die Brachia cerebri zu treten oder, das thut die Mehrzahl, erst innerhalb der Lamina medullaris dorsalis ein Stück weiter caudal zu ziehen. Diese aus Pallium und Hyperstriatumfaserung gemischte Gesamtfaserung ist offenbar das Äquivalent der ganz ebenso zusammengesetzten Capsula interna der Säuger. Nur ist diese bei den Säugern nicht so diffus innerhalb des Striatum angeordnet, durchzieht es vielmehr in geschlossenem Zuge. Bei den Papageien aber, wo die Fasern aus der Frontalrinde so mächtig sind, kommt es auch, ganz wie bei den Säugern, zu einer geschlossenen Capsula interna. Diese durchmißt, weil ganz frontal angeordnet, nicht nur das Hyperstriatum, sondern den Lobus parolfactorius. Sie teilt diesen, genau wie das Striatum der Säuger in eine laterale und eine mediale Abteilung. Man vergleiche die Schnitte der Taf. I und II mit denjenigen von Taf. IV und V, um Grenztypen beider Faserverlaufarten zu finden.

Wo die einzelnen Bündel dieser Faserung hingehen, resp. woher sie stammen, das läßt sich nur mit der Degenerationsmethode enthüllen. Aus diesem Grunde beziehen sich die folgenden Angaben im wesentlichen auf die Taube.

1. Tractus strio-thalamicus et thalamo-striatus. Taf. VI, Fig. 5; Taf. VII; Taf. II, Fig. 1. 2, 5; Taf. III, 1, 4.

Es hat sich gezeigt, daß der frontale und der parietale Abschnitt des Striatum im Wesentlichen mit den Ganglien des Thalamus in Verbindung stehen. Diese Verbindung ist doppelläufig, d. h. es entarten Züge dieses Tractus strio-thalamicus sowohl bei Verletzungen des Ganglion als bei solchen des Thalamus. Doch habe ich den Eindruck, daß die im Striatum entspringenden Fasern in der Mehrheit sind. Bei Verletzungen des Stammganglions ist der abwärts ziehende Degenerationszug stärker als nach Thalamusverletzungen der hirnwärts ziehende. Diese Fasern verlaufen dicht gemischt den gleichartigen Fasern zu der Rinde aus den gleichen Thalamusganglien. Viele, welche weiter caudal zu dem Brachiumbündel des Tractus strio-thalamicus medius und internus geeint sind, verlaufen bis in den

Nucleus anterior und den Nucleus dorsalis thalami. Andere, es sind die mehr lateral entspringenden, treten in Beziehung zu dem Nucleus rotundus durch den Tractus strio-thalamicus dorsalis lateralis.

2. Tractus strio-mesencephalicus. Taf. III, Fig. 4; Taf. V. Ein drittes Fasersystem entspringt im Stammganglion und hat vielleicht (Münzer und Wiener) auch dort endende Fasern. Es verbindet das Stammganglion mit dem Mittelhirn. Dieser Tractus strio-mesencephalicus, aus frontalen, temporalen und parietalen Teilen stammend, hat möglicherweise seinen Ursprung nicht im Striatum, sondern im Mesostriatum, vielleicht auch in beiden. Im Ursprunggebiete läßt er sich nicht degenerativ sondern. Man kann nur nachweisen, daß wenn die eben erwähnten Stammganglienteile verletzt werden, Fasern abwärts bis in das Mittelhirn hin degenerieren. Sie sammeln sich nahe der Hirnbasis zu einem ventralen Brachiumanteil. Diesem Bündel gesellen sich auch Fasern aus occipito-temporalen Gebieten zu, welche ähnlich wie die analoge oben erwähnte corticale Faserung, aus der Gegend über und hinter dem Epistriatum entspringen.

Der Faserzug tritt in mediale Teile des Brachium cerebri und zieht dann ventral von den großen Thalamusganglien caudalwärts. Er endet in den Ganglien der Mittelhirnbasis und im ventralen Abschnitte des Mittelhirndaches vorzugsweise in dessen caudalsten Teilen. Seinem elegant nach innen konvex gebogenen langen Zuge begegnet man leicht auf guten Horizontalschnitten, wo dann das meiste dieser ganzen Faserung auf einmal zu überblicken ist. Fig. 4, Taf. III.

Boyce und Warrington, auch Münzer und Wiener haben den abwärts degenerierenden Tractus strio-thalamicus beschrieben, der Tractus thalamo-striaticus ist neu. Die gleichen Autoren kennen auch den Tractus strio-mesencephalicus, in welchem die letztgenannten ein Bündel aus dem Mittelhirn zum Striatum, also einen Tractus mesencephalo-striaticus, entdeckt haben.

Die Feststellung dieser wenigen Bahnen und die Trennung von ähnlich verlaufenden, aber der Rinde entstammenden hat Wallenberg in weit über 70 Versuchen, die sich über 5 Jahre hinaus ziehen, vollzogen. Es war das ein besonders schweres Stück experimentell anatomischer Arbeit und nur die große Zahl übereinstimmender Bilder ermöglicht heute in wenig Zeilen wiederzugeben, was Anfangs eine sehr lange Detaildarstellung verlangt hatte.

B. *Mesostriatum.* Taf. I, II, III, IV und V.

Dieser Kern gehört dem nicht pallialen Abschnitte des Gehirnes an. Er wird von einer großen dicken Platte gebildet, welche unter dem Hyperstriatum gelegen und überall nach der Basis zu an den Rändern abgebogen ist. Dadurch entsteht in ihrer Unterfläche ein Hohlraum, welchen die Fasern des Brachium cerebri erfüllen. Nur am Kopfende ist derselbe nicht vorhanden.

Die Lage des Mesostriatum innerhalb des Gehirnes ist bei verschiedenen Familien etwas verschieden. Während es bei den Papageien und den meisten anderen größeren Arten in wenig zur Hirnachse erhobener Richtung liegt, findet man es an den kurzen markfaserreichen Gehirnen der Passeres viel steiler gestellt. Das caudale Ende liegt sehr wesentlich weiter dorsal als das frontale. Dies wird deshalb erwähnt, weil Schnitte durch verschiedene Vogelgehirne eben durch die differente Lagerung des Mesostriatum verschieden aussehen können. Taf. IV, Fig. 5 ist das caudale Ende ganz dorsal angeschnitten.

Das Mesostriatum ist zu einem Teil seiner Länge auf der Außenseite des Gehirnes sichtbar. Der caudalere Abschnitt ist zwar durch den hier überhängenden pallialen Gehirnteil, besonders durch das Epistriatum und die es deckende Rinde von der Außenfläche des Gehirnes geschieden, der Frontalabschnitt aber ist ganz frei und bildet hinter dem Stirnpole den baso-lateralen Abschnitt des Gehirnes. An diesem Kopfende wurden oben zwei Abteilungen unterschieden, die laterale Nucleus basalis und die mediale Nucleus parolfactorius. S. 374, Fig. 10.

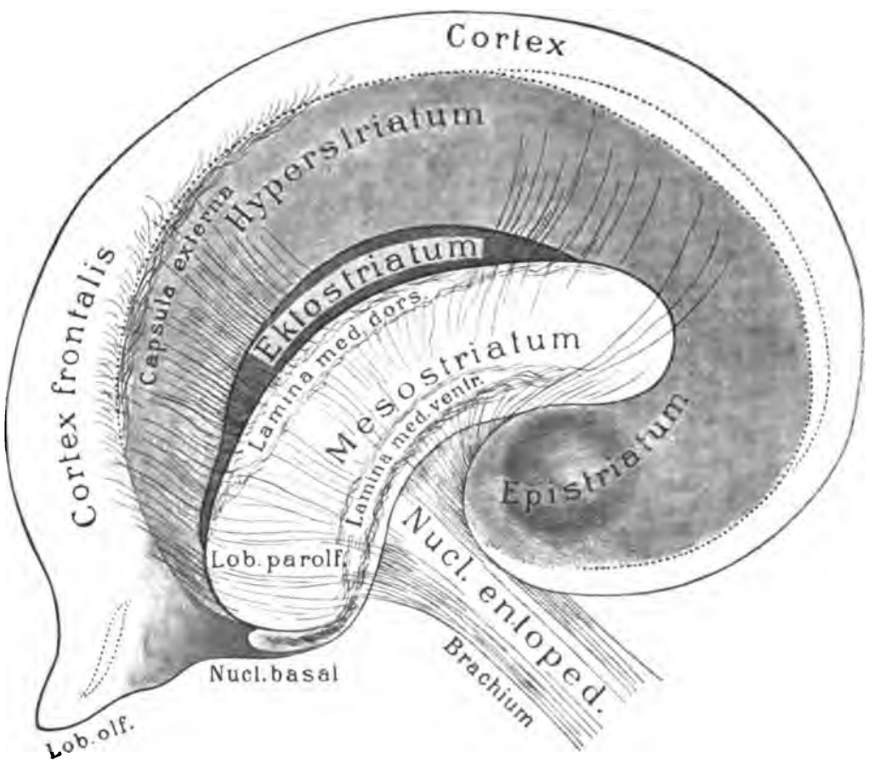


Fig. 11: Die Lage der einzelnen Teile des Stammganglions

Die ganze Dorsal- und Lateralseite wird von den Fasern der Lamina medullaris dorsalis umfaßt. Es sind das im Wesentlichen Fasern aus der Rinde und dem Striatum die nicht direkt, sondern erst nach einer kurzen Abbiegung in die Horizontale sich zu den ventraler liegenden Brachia cerebri begeben. Überall dringen aus dieser Kapsel markhaltige Fasern in Masse in das Mesostriatum ein. Sie geben ihm zusammen mit den dort entspringenden Fasern ein stark gestreiftes Aussehen auf allen Schnitten. Taf. I. Alle diese Fasern sammeln sich unter dem Mesostriatum an, um caudalwärts als Brachium cerebri zu ziehen. Ihre Masse ist so groß, daß sie den Caudalabschnitt des Mesostriatum dorsal drängt, der dann wie eine Kappe über der gerade hier frei an die Hirnbasis tretenden Faserung liegt. Doch ist der freie Verlauf außerordentlich kurz, denn die Fasern des Brachium cerebri tauchen sofort wieder in die Tiefe des Thalamus ein. Im Ganzen entspringt das Brachium ziemlich fächerförmig, doch verlaufen die aus dem Frontalhirn kommenden Fasern fast horizontal zu ihrer Austrittsstelle. Sie bleiben deshalb an der Hirnbasis als frontalster Teil des Markfeldes sichtbar, wie oben geschildert wurde. Bei den Papageien, den Singvögeln und der Gans gut entwickelt, bei den anderen Arten nicht in gleichem Maße ausgebildet, liegt innerhalb des Mesostriatum, parallel zu seiner Oberfläche noch eine reichlich Nervennetze führende Markfaserplatte, die Lamina medullaris ventralis. Ventral von dieser findet man dann noch ein Stück des Ganglions, in welchem sich die von oben her fächerförmig zusammenstrahlenden Züge der Gesamtfaserung immer dichter anordnen. Schließlich, etwas weiter ventral, eignen sie sich zu den Brachiis. Doch passiert die ganze Masse, ehe sie frei ventral austritt noch einen dritten Kern. Denn mitten in den Fächer der ganzen Strahlung sind zahlreiche große multipolare Zellen gebettet, deren Vereinigung zuerst Münzer und Wiener als Nucleus striaticus beschrieben haben. Es dürfte zweckmäßiger sein den Kern als Nucleus entopeduncularis zu bezeichnen. Denn auf Sagittalschnitten sieht man leicht, daß gleichartige Zellen mitten zwischen die Fasern der Brachia cerebri überall, auch weiter caudal, im Thalamus und im Mittelhirn noch eingelagert sind. Wallenberg und ich, wir haben früher, wo der Kern uns nur in diesem caudaleren Abschnitt bekannt war, ihn als den „eingesprengten Kern“ Nucleus intercalatus bezeichnet. Taf. II, Fig. 2, innerhalb der Bezeichnung „Strio-mesenceph.“

a) Basalkern.

Das Mesostriatum ragt, wie oben berichtet wurde, mit zwei nebeneinander liegenden Abschnitten frontalwärts, mit dem lateralen und der medialen. Die laterale Abteilung, der Basalkern, nimmt den frontalsten Ausläufer der Lamina medullaris ventralis auf, wo eine

solche vorhanden ist. Am besten ist dies sichtbar bei der Gans. Vergl. Fig. 11 und Taf. IV, Fig. 3. 4. Wie sich dieser ganze Ganglionabschnitt, der bei den Papageien, den Raben und der Gans, kaum mehr ist, als eine dünne frontalwärts an der Basis ausgestreckte Zunge, bei den Passeres und anderen Vögeln zu einem mächtigen Körper auswächst, das ist bei der Beschreibung des Stirnlappens gezeigt worden. Nicht nur seine wechselnde Formation und die, wie es an Nisslapparaten scheint, etwas anders geformten Zellen, lassen es wünschenswert erscheinen, den Basalkern von der Gesamtmasse des Mesostriatum abzugrenzen, sondern vor Allem auch der Umstand, daß in ihm ein Faserzug aus der Oblongata endet und daß ein zweiter da entspringt, welcher bis in die caudalsten Oblongataebenen vielleicht bis in das Rückenmark zieht.

3. Tractus quinto-frontalis. Taf. I, Fig. 2; Taf. VII.

Die Querschnitte dieses starkfaserigen Zuges treten nahe der Hirnbasis schon innerhalb der frontalsten Schnitte des Basalkernes auf. Sie sind da so feingespalten, daß die Vermutung nahe liegt, daß sie hier enden. Weiter caudal wachsen dann neue Fasern zu und man kann den an der Basis des Mesostriatum caudalwärts ziehenden kräftigen Faserzug durch den Thalamus und die Mittelhirnbasis bis caudal vom Oculomotoriuskern verfolgen, wo er innerhalb der zahlreichen dort liegenden Längsbündel, etwa in der Gegend der Ganglia isthmi verloren geht. Bis in die Mittelhirnbasis bleibt er immer das ventralste Bündel der langen aus dem Vorderhirn stammenden Faserung, außerdem das starkfaserigste. Näheres über seinen Ursprung und seinen Verlauf hat die Degenerationsmethode gelehrt. Schon 1898 hatte Wallenberg[1] gefunden, daß der Zug total degeneriert, wenn die Gegend des Ganglion isthmi angestochen wird. Er hat ihn deshalb Tractus isthmo-striatus genannt und dieser Deutung habe ich mich in der 5. Auflage meines Lehrbuches angeschlossen. Inzwischen aber hat Wallenberg neue Untersuchungen angestellt. Diese ergeben, daß — es handelt sich immer um die Taube — die Fasern alle oder zu gutem Teil aus dem frontalsten Ende der Kernsäule des Trigeminus stammen, die dicht hinter dem Ganglion isthmi liegt. Zunächst nach ihrer Sammlung in der Höhe des Isthmus, ziehen sie in den dorsaleren Abschnitten der Haube dahin. Aber in der Höhe der Trochleariskerne, da, wo in der Haube die caudalsten Fasern der Bindearmkreuzung liegen, treten sie weiter ventral, um wenig weiter

[1] A. Wallenberg. Eine Verbindung caudaler Hirnteile der Taube mit dem Striatum. (Tractus isthmo-striatus oder bulbo-striatus?) Neurol. Centralbl. 1898, Nr. 7.

Derselbe: Anatomischer Anzeiger. 1902, S. 289, Bd. 22.

nach vorn schon zu den ventralsten Faserzügen des Gehirnes zu gehören. An der eben erwähnten Stelle tauschen der rechte und der linke Faserzug einen Teil ihrer Bündel, hier liegt die Partial-Kreuzung des Tractus quinto-frontalis.

Bei den Papageien, wo das Stirnmark in mächtigen zu einer Capsula geordneten Zügen herabströmt, kann man den Tractus leicht in dem Winkel finden, wo diese Kapselfasern sich mit den übrigen Fasern des Brachium vereinen. Er liegt hier, wie überall ganz ventral. Sein Kaliber läßt ihn, nachdem einmal sein Verlauf bekannt ist, immer leicht erkennen. Taf. V.

Es waren außerordentlich zahlreiche Degenerationsversuche erforderlich, um gerade für dieses Bündel den Gesamtverlauf festzustellen. Als sicher können wir nun Folgendes sagen: Sticht man das frontale Ende der langen Endkernsäule des einen Quintus an, so entarten beiderseits Fasern. Diese ziehen frontalwärts und etwa in der Höhe des Trochlearis-kernes begiebt sich das zur Läsion gekreuzte Bündel auf die Läsionseite, um nun ventral von dem ungekreuzt gebliebenen, mit diesem vereint frontalwärts zu der Endstelle am frontalen lateralen Ende des Mesostriatum zu ziehen. Von den zahlreichen Versuchen, deren Ergebnisse, weil sie vieles nicht hierher Gehörige enthalten, im Neurol. Centralblatte 1902 veröffentlicht werden sollen, sei nur die Reihe der Kleinhirnverletzungen hervorgehoben, die ergab, daß solche keine Fasern des Bündels zur Entartung bringen. Der Umfang des Tractus quinto-frontalis scheint von der Entwicklung des sensiblen Quintuskernes abzuhängen. Wenigstens ist der Zug bei Enten und Gänsen, die einen kolossalen sensiblen Quintuskern haben, viel mächtiger als bei den Tauben mit kleinem Quintuskerne.

Der Tractus quinto-frontalis ist, soweit wir bisher wissen, die einzige Verbindung welche aus der **Oblongata** zum Großhirne aufsteigt.

Wie bei den allermeisten — allen? — Hirnbahnen verläuft aber neben ihm ein anderer, welcher im Vorderhirn entspringend, hinab bis in die Oblongata, vielleicht bis in das Halsmark zieht. Dieser nun durch Degeneration gefundene, sonst nicht abscheidbare Faserzug ist der 4. „Tractus fronto-bulbaris (et spinalis?)".

Bei zwei Enten degenerierte, als die medialen Teile des Nucleus basalis dicht an der Area parolfactria angestochen wurden, eine Anzahl dicker Fasern bis in die caudalsten Abschnitte der Oblongata. Im Bereiche des Vorderhirnes und des Thalamus liegt dieses degenerierte Bündel dem Tractus quinto-frontalis dicht an, und läßt auch eine Anzahl Fasern in dessen Querschnittareal eintreten. An der caudalen Grenze des Mittelhirnes wenden sich die bis dahin direkt sagittal gerichteten Fasern dorsal. Schon hier splittern einzelne in die

laterale Umgebung auf, weitere strahlen weiter hinten in den Quintuskern. Das in die Oblongata eintretende Bündel giebt dort dem großen Kern der Formatio reticularis und den motorischen Hirnnervenkernen Fasern. Sicher kann der Zug bis an das caudale Ende der Oblongata verfolgt werden, aber es scheint als gingen noch einzelne Fäserchen bis in das obere Halsmark, wo sie in dem Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn liegen. Der Tractus fronto-bulbaris, welcher bis zum Mittelhirn mit dem Tractus quinto-frontalis verläuft, liegt in der Oblongata — der Ente — etwa in der Mitte zwischen der Raphe und dem lateralen Rande der Oblongata, sehr nahe an den horizontal austretenden Vaguswurzeln.

Wallenberg ist geneigt, dieses Bündel der Ente mit einem ähnlich verlaufenden zu homologisieren, welches er bei Kaninchen gefunden und als basales Riechbündel gedeutet hat.

b) Lobus parolfactorius Taf. I, Taf. III, Fig. 1, 5, 6; Taf. IV, Fig. 4, 10.

Dieser mediale Frontalabschnitt des Mesostriatum hat bei den verschiedenen Arten durchaus wechselnde Frontalausdehnung. Der Name ist nur wegen der Lage caudal von den Riechlappen gewählt, es ist aber keinerlei Beziehung zum Riechapparate nachgewiesen. Der etwa walzenförmige kurze Körper wird frontal von der Rinde des Stirnlappens umfaßt, hinten geht er in das Mesostriatum über. Die dorsale Abgrenzung wird meist durch das mediale Hyperstriatum gebildet, dessen ventral ziehende Fasern oft — aber nicht immer — zwischen Striatum und Lobus parolfactorius den frontomedialsten Abschnitt der Lamina medullaris dorsalis bilden. In diese Lamina ragt, wie oben mitgeteilt wurde, die dünne Frontalplatte des Ektostriatum auf ein Stück herein, bald länger, bald kürzer.

Medial erreicht der Lobus die Ventrikelhöhle, die er ganz an der Basis manchmal ein weniges umgreift. Lateral liegen, ebenso wie dorsal, die Fasern der Lamina medullaris dorsalis resp. des Frontalmarkes. Der ganze Kern ist bei den Papageien enorm entwickelt. Er nimmt dort den größten Teil der Hirnbasis ein und muß von den dahin hinab strebenden Fasern des Frontalmarkes durchschnitten werden. Dadurch zerfällt er in eine laterale und eine mediale Hälfte, ganz wie das frontalste Stück des Striatum bei den Säugern, mit dem er aber nicht homolog ist. Er ist überall von Markfasern umgeben, außer an seiner Basis, wo ein später zu schilderndes Bündel ihn überzieht. Zahlreiche sehr feine Fäserchen dringen in ihn ein und bilden in seinem Inneren ein überaus feines Netzwerk. Aus dem Faserwerk, das den Kern umgiebt, stammen die Züge des Tractus fronto-epistriaticus, ohne daß man direkt angeben könnte, welchem Kern sie etwa allein entstammen. Viele scheinen in der That aus dem Nucleus parolfactorius zu kommen. Die Fasern, welche dem Kern entstammen oder in ihm enden, verlassen ihn ziemlich alle an seiner lateralen Seite, wo der

senkrechte Abschnitt der Lamina medullaris dorsalis liegt. Der Kern ist bei den Papageien viel zu groß, als daß seine Beziehungen mit den erkannten zum Tractus fronto-epistriaticus erschöpft wären, der zudem, wie oben angeführt wurde, noch Bestandteile anderer Herkunft einschließt. An Sagittalschnitten hat man zuweilen den Eindruck, daß er Fasern zum Brachium hinabsendet. Taf. IV, Fig. 10; Taf. II, Fig. 1, 5.

5. Bei der Gans entspringt aus dem basalen Scheidewandgebiete, ebenso aus benachbarten Teilen des Lobus parolfactorius ein markhaltiges Faserbündel, welches über die Oberfläche der Hirnbasis hinweg und etwas rückwärts zieht um für die einfache Markscheidenfärbung in der Gegend des Nucleus basalis zu verschwinden. Dort taucht es in die große Fasermasse ein, welche dem Tractus fronto-epistriaticus entspricht und gelangt mit ihr weiter rückwärts. Wenigstens hat der Tierversuch — Anstechen des Lobus parolfactorius — eine Degeneration dieses Bündels ergeben, welche durch das basale Markfeld hindurch bis in das Epistriatum verfolgt werden konnte. Tractus parolfacto-epistriaticus, siehe Taf. IV, Fig. 4.

c) Hauptkörper des Mesostriatum.

6. Aus dem Hauptkörper des Mesostriatum entspringen ebenfalls Nervenbahnen. Zwar können wir sie nicht degenerativ von den anderen Bahnen der Brachia sondern, aber es ergiebt die Silberimprägnation der Zellen, daß viele derselben lange Achsencylinder mit ventrocaudal gerade gestrecktem Verlaufe haben. Außerdem läßt sich beim Studium der Markscheidenentwicklung zeigen, daß nach der Geburt beim Hühnchen, etwa am achten Tage oder wenig später, zu den wenigen bereits vorhandenen Markfasern aus dem Ektostriatum neue kommen, welche nur im Mesostriatum ihren Ursprung haben können. Schwerlich ist aber mit dieser Feststellung die Bedeutung des Mesostriatum erschöpft. Man versteht z. B. gleich die massenhaften Netzbildungen im Inneren des Ganglion nicht. Nach seiner Lage und Gestalt ist das Mesostriatum dem Globus pallidus der Säuger, einer ungemein konstanten Bildung, ähnlich. Auch über diesen wissen wir noch Nichts Sicheres. Ich vermute sehr, daß es bei fortgesetztem Studium des Vogelgehirnes gelingen wird, über die Architektur des ganzen bei den höheren Vertebraten noch so unbekannten Stammganglions Klarheit zu gewinnen.

C. *Ektostriatum.* Taf. I, Fig. 3, 4; Taf. III, Fig. 5, 6; Taf. V.

Das Ektostriatum hat eine für verschiedene Familien etwas wechselnde Form. Im Ganzen ist es ein langgestrekter Körper von annähernd rhombischem Querschnitte, der sich auf die ganze Länge des Mesostriatum von der lateralen Seite her wie ein Keil zwischen

Mesostriatum und Hyperstriatum drängt, ohne ganz die Mittellinie zu erreichen. Frontalwärts sendet der Körper eine lange dünne Zunge aus, welche innerhalb der Lamina medullaris dorsalis verlaufend bis fast an die frontale Hirnbasis heranreicht. Die Differenzen werden dadurch gebildet, daß an Stelle der Zunge schon sehr weit frontal der Hauptkörper beginnt, oder daß dieser Hauptkörper besonders dick ist. Vielleicht hängt die Länge oder Kürze der frontalen Zunge auch von der Ausbildung des Stirnlappens ab. Wo dieser klein ist, begegnet man schon auf sehr frontalen Schnitten dem Hauptkörper, andererseits haben z. B. Tauben, Papageien, Gans und Sperling eine lange frontale Zunge neben einem recht kräftig entwickelten und weit dorscoaudal reichenden Hauptkörper. Ganz besonders groß ist der Kern bei den Raben und die wohl größte Ausdehnung hat Sterna stolida. Hier ist der Kern in ziemlich allen Ebenen des Gehirnes mit Ausnahme der allercaudalsten zu finden. Auch liegt er auffallend weit ventral, fast in temporalen Gegenden, während er bei dem Sperling z. B. hoch dorsomedial rückt. Bei Sturnus aeneus findet man noch ein anderes Verhältnis, das bei einigen anderen Vögeln wenigstens angedeutet ist. Hier hat die frontale Zunge an ihrem medialen Ende, nicht weit vom Ventrikel, noch eine Anschwellung, die mitten in der dorsalen Markplatte liegt und, wie mir Anfangs schien, einen eigenen Kern dieser Platte darstellt. Ganz sicher bin ich nicht, ob es sich hier nur um eine mediale Fortsetzung der frontalen Ektostriatumzunge oder um einen eigenen Kern handelt, der mit jener in Kontiguität ist. Taf. IV, Fig. 10.

Das Ekostriatum ist bereits von Bumm als markfaserweiße Kernmasse gesehen worden. Er war geneigt es dem Putamen zu homologisieren. Seitdem kehrt die Beschreibung dieses „Markfeldes“ bei den Autoren immer wieder, doch sind keine Faserbeziehungen desselben aufgefunden worden, auch ist seine Form ganz ungenügend bisher studiert. Es handelt sich aber offenbar um ein ungemein wichtiges Ganglion, um dasjenige des Vorderhirnes, dessen Markfaserung zuerst fertig ausgebildet wird. Bei allen unseren jungen Vögeln mit Ausnahme der eben dem Ei entschlüpften Sperlinge war ein Faserzug markhaltig, der dem Ektostriatum entstammte oder dort endete und rückwärts durch das Brachium hindurch bis in die Mittelhirnbasis zu verfolgen war. Die Faserung aus dem Ektostriatum mischt sich also beim Erwachsenen den Fasern aus der Rinde und dem Stammganglion bei, die wir oben als Tractus strio-mesencephalicus kennen gelernt haben. Taf. IV, Fig. 6, 7. Versilberung ist mir nie bei dem tief liegenden Ganglion gelungen, doch ist die ihm entspringende Faserung gelegentlich durch laterale tiefer gehende Gehirnverletzung zur Entartung gebracht worden.

D. *Epistriatum. Commissura anterior. Tractus fronto-epistriaticus.*

Taf. I, Fig. 5—7; Taf. V.

Als Epistriatum habe ich bei Fischen, Amphibien und Reptilien einen Teil des Stammganglions bezeichnet, der charakterisiert ist durch seine engen Beziehungen zur temporo-occipitalen Rinde, durch seine Lage caudal am Striatum und durch zwei Faserzüge, deren einer aus der basalen Rinde stammend als Tractus cortico-epistriaticus bezeichnet wurde, während der andere ein regelmäßig vorkommendes Bündel der Commissura anterior ist. Spätere Untersucher des Fischgehirnes haben meine Ergebnisse für dieses bestätigt. Bei den Vögeln erfährt nun dieses Epistriatum eine recht beträchtliche Ausbildung. Ein großer ihm eingelagerter Kern ist da auch längst bekannt — es ist der schon von Bumm und dann von den späteren Untersuchern, z. B. Münzer und Wiener — beschriebene „Mandelkern". Es ist möglich, daß das, was ich bei den Reptilien Nucleus thaeniae genannt habe, mit diesem Kern identisch ist, aber es ist sicher, daß bei den Vögeln medial vom Epistriatum ein eigener flacher Kern der caudalen Hirnbasis den Fasern der Thaenia thalami Ursprung giebt.

Das Epistriatum liegt immer lateral und auch caudal vom Mesostriatum. Bei den Vögeln mit stärkerer Entwicklung der temporalen Rinde, bei Papageien besonders deutlich, begegnet man dem großen Epistriatumkerne schon in Frontalebenen, die weit vor der Commissura anterior liegen. Bei den meisten Passeres und vielen anderen liegt der Kern weiter caudal, in dem eigentlich occipitalen Abschnitte des Stammganglions. Taf. II, Fig. 7. Da, wo der Kern schon weit frontal entwickelt ist, läßt sich seine Lagebeziehung zu den anderen Abschnitten des Stammganglions besonders gut feststellen. Er liegt nämlich immer ventral von der Lamina medullaris dorsalis, in dem Winkel, den jene mit der lateralen Platte des Mesostriatum macht. Epistriatumkern, Rinde und temporo-occipitale Strahlung zusammen bilden bei den Papageien den mächtigen Polus temporalis. Die Temporo-occipitale Strahlung durchmißt das Epistriatum zum Teil, zum Teil auch umgeht es sie ventral, unter und innerhalb der hier sehr dünnen Rinde. Das Epistriatum wird übrigens nicht durch den großen Kern allein repräsentiert. Aus dem Verhalten der Faserung kann man erkennen, daß ein guter Teil des caudal in den Ventrikel ragenden Stammganglion-abschnittes dem Epistriatum zuzurechnen ist, obgleich in der Zellformation und dem Zell-aussehen keine wesentlichen Unterschiede gegen das Striatum bestehen. Man kann nämlich öfter, am besten bei unserem Sperling erkennen, daß sowohl die Faserung aus der Stirn-rinde als namentlich auch die Züge zu der Commissura anterior weit über den großen

Epistriatumkern hinaus rückwärts und aufwärts in den erwähnten Stammganglionteil hineinziehen. Taf. II, Fig. 4.

Das Ganglion empfängt von vorn her einen mächtigen Faserzug aus dem basalen Mark des Stirnlappens und entsendet einwärts die Fasern des Commissura anterior. Außerdem mischen sich der zu ihm in Beziehung stehenden Faserung für eine kurze Strecke alle die Züge bei, welche aus dem Temporo-occipitallappen entspringen. Sie durchqueren sie aber nur und sind schon rein anatomisch nicht schwer von ihr zu scheiden.

7. Der ersterwähnte Faserzug, der Tractus fronto-epistriaticus, ist bereits anläßlich der Schilderung der Pallialstrahlung beschrieben. Es handelt sich, wie man sich erinnern wird, um ein aus den frontalsten Ebenen des Pallium und des Lobus parolfactorius stammendes Bündel, das zur Basis tretend, dort rückwärts zieht, um sich schließlich, etwa im Niveau der Commissura anterior oder weiter caudal, in die temporale Hirngegend einzusenken. Mit diesem frontal entspringenden, also caudalwärts degenerierenden Zug verlaufen aber noch Fasern aus dem gleichseitigen oder gekreuzten Kerne des Epistriatum vorwärts bis in den Stirnpol. Diese Züge gehören in ihrem centralen Abschnitte der Commissura anterior an. S. u. Der Tractus fronto-epistriaticus ist also doppelläufig. Er entspringt zum Teil im Stirnpole, zum Teile im Epistriatum und es enden die Stirnpolfasern im Epistriatum, die Epistriatumfasern im Stirnpole Taf. VI, Fig. 1; Taf. VII unten links.

Der zweite Zug aus dem Epistriatum, die

8. Commissura anterior, Taf. V.

ist allen Untersuchern des Vogelgehirnes längst bekannt, es steht auch seit der Arbeit von Bumm ihr Ursprung aus der Gegend des großen mehrerwähnten Kernes fest. Solange man aber nicht die regelmäßigen Beziehungen kannte, welche von den Fischen an ein Teil der Commissura anterior zum Epistriatum hat, und solange dieses Ganglion bei den Vögeln noch nicht identifiziert war, mußte es auffallen daß die Commissura anterior so weit caudal hier liegt und es blieb überhaupt ihre Homologisierung mit dem gleichnamigen Bündel der übrigen Vertebraten fraglich.

Die Commissura anterior besteht aus ungemein dicken Faserbündeln, die in breitem dickem Pinsel innerhalb des Epistriatum, vielleicht auch z. T. in der es umgebenden Rinde entspringen und sich bald zum Bündel schließend die Mittellinie durchqueren. Auf dem lateralen Stücke ihrer Bahn führen sie noch den Tractus occipito-mesencephalicus mit sich, der aber, ehe die Mittellinie erreicht wird, sich im Winkel ventro-caudal zum

Thalamus wendet, den er als dorsalste Lage der Großhirnfaserung durchzieht. Taf. III. Fig. 2, 3. Die lateralen Schenkel dieser das ganze Gehirn durchquerenden Faserung gehören ihr also nur teilweise selbst an. Auch dies war Bumm bereits bekannt. Innerhalb der Commissur kreuzen zunächst Fasern zwischen den Epistriatumkernen. Ein Teil der gekreuzten Fasern aber wendet sich frontalwärts, um innerhalb der basalen weißen Faserung gemeinsam mit dem Tractus cortico-epistriaticus verlaufend, die frontalste Hirnbasis, die Gegend etwa des Nucleus basalis zu erreichen. Dieser Verlauf konnte dadurch festgestellt werden — nur bei der Gans bisher, andere Versuche stehen noch aus — daß die ganze Commissur nach einer Durchschneidung zur Entartung gebracht wurde. Man sah dann Taf. VII unten, die Produkte der sekundären Entartung von der Durchschneidungsstelle aus in den Epistriatumkern und in den basalen Faserzug einstrahlen. Rechts an der eben erwähnten Figur sind durch direkte Läsion die Fasern des Tractus fronto-epistriaticus zur Entartung gebracht, links liegen im fast gleichen Areal die Fasern, welche durch Zerstörung der Commissura anterior bis hierher entartet sind.

Außer den erwähnten Bündeln enthält die Commissura anterior noch ein solches, das aus dem Striatum oder Epistriatum stammend nahe der Mittellinie kreuzt, um in dem zentralen Grau des medialsten Thalamusgebietes weit caudal zu ziehen. Es ist bereits oben erwähnt.

Die Commissura anterior der Vögel besitzt also von den verschiedenen Bündeln, welche der Zug bei den Reptilien und den Säugern aufweist, nur zwei, das Bündel zwischen den Epistriata und das frontale Bündel. Das Epistriatumbündel ist für die Reptilien bekannt, sein Nachweis bei den Säugern steht noch aus, weil dort auch das Epistriatum noch nicht identifiziert worden ist. Ob das frontale Bündel unmittelbar dem analogen Bündel der erwähnten Klassen gleichgesetzt werden darf, ist auch sehr fraglich, denn man kann es nicht wie jenes in den Riechapparat hinein verfolgen.

Bei Budytes melanocephales kann man besonders gut erkennen, daß der occipitale Abschnitt des Stammganglions, nicht etwa nur der große Kern, dem Epistriatum zuzurechnen ist. Hier ist nämlich der Kern nur ganz klein, die Faserung der Commissura anterior aber entspringt zweifellos auch aus dem hinter ihm gelegenen Stammganglionabschnitte und ebenda endet der nicht unbedeutende Tractus fronto-epistriaticus. Bei diesem Vogel liegt das Epistriatum auch nicht, wie bei den meisten anderen, in der Transversalebene der Commissura-anterior, sondern caudal von ihr. Die Fasern der Commissur müssen an der Unterseite des occipitalen Stammganglionabschnittes frontalwärts ziehen, ehe sie in die transversale Richtung übergehen. Vielleicht ist die — bei unserem einen Exemplar sichtbare — Stellung des Großhirnes zur Hirnachse hier Schuld. Wir finden nämlich, daß der annähernd stumpfe Winkel, welchen Vorderhirn und Oblongata bei den meisten Vögeln machen, bei Budytes ein rechter ist. Auch bei Sturnus aeneus giebt es kein temporal liegendes Epistriatum, sondern nur ein occipitales. Die ganze Faserung zu demselben — auch hier ist der große

runde Kern schlecht ausgeprägt — endet in den caudalsten Abschnitten des Stammganglions weit hinter der Commissura anterior. Mit der Endigung resp. dem Ursprung des Tractus fronto-epistriaticus hat der Kern wohl wenig zu thun, denn beim Rebhuhn, wo diese Faserung minimal ist, findet man einen gut ausgebildeten Kern und bei Vögeln, wo so gut wie gar kein entsprechendes Bündel vorhanden ist, findet man doch den Kern.

E. Da, wo das Mesostriatum im Innern des Gehirnes beginnt, erkennt man fast immer an der Basis schon eine Vorragung, die beiderseits bis zur Mittellinie und lateral bis zu dem Polus temporalis reicht. Diese Hervorragung zeigt eine feine weiße Streifung und wird weiter caudal ganz markweiß. Die Streifung entspricht der Gesamtfaserung aus dem Großhirne, welche sich aus dem Mesostriatum ansammelt, und dann etwa auf der Höhe, wo innen die Commissura anterior liegt, frei als Brachia cerebri an die Oberfläche zu treten. Eben an dieser Stelle werden die Brachia von dem Markbündel der Scheidewand gekreuzt, welches sich von der Mittellinie über sie hinweg lateral wendet. Taf. III, Fig. 3. Direkt caudal an diesem Bündel liegen dann die bei den Vögeln immer sehr mächtigen Tractus optici mit ihrem Chiasma. Das Gebiet des Zwischenhirnes beginnt.

F. Lateral von den Brachia cerebrii, an der Basis des Polus temporalis liegt, medial von dem mächtigen Epistriatumkerne der

Nucleus taeniae. Taf. I, Fig. 6.

9. Es ist ein flacher etwa linsenförmiger Kern, welcher medialwärts in fast horizontalem Verlaufe das Markbündel des Tractus nucleo-habenularis entläßt. Dasselbe zieht, nahe der Mittellinie angekommen, dorsal und endet im Ganglion habenulae. Mit dem Tractus cortico-habenularis aus dem caudalen Gebiete der medialen Scheidewand und mit einem dritten aus der Tiefe der Brachiumfaserung aufsteigenden Bündel zusammen bildet dieser Faserzug die Thaenia thalami. Über diese wird anläßlich der Thalamusbeschreibung näher gehandelt werden. Siehe Taf. I, Fig. 6, rechts unten.

VI. Lobi olfactorii.

Taf. IV, Fig. 1, 2.

Die kleinen Lobi olfactorii der Vögel sind schon vor Jahren von Pedro Ramon y Cajal geschildert worden und habe ich der damals gegebenen Beschreibung des feineren Baues nichts Wesentliches zuzufügen. Er ist vom gleichen Type wie diejenigen aller Vertebraten. Fast die ganze Ausdehnung dieses vorderen Riechlappens ist von der Formatio bulbaris überzogen.

Im dritten Heft dieser Beiträge habe ich dargelegt, warum aus vergleichend anatomischen Gründen die Zusammensetzung, welche Formatio bulbaris und vorderer Riechlappen bilden, nicht einfach als Bulbus bezeichnet werden kann. Hauptgrund ist, daß beide Hirnteile bei den Fischen getrennt sind und daß sich in der Tierreihe zahlreiche Zwischenstufen finden, zwischen dem Aufsitzen der Formatio bulbaris auf der Lobusspitze, dem Bedecken des ganzen Lobus durch die Formatio und dem oben erwähnten völligen Trennen beider Teile. Bei den Vögeln existiert also kein nennenswerter frei bleibender Teil.

Über den feineren Bau ist wenig zu sagen da er nicht von dem bei anderen Wirbeltieren Bekannten abweicht. Die meist marklosen Olfactoriusfasern treten von allen Seiten her in ihn ein, gelangen in die Glomerulusformation, wo sie aufsplittern und in der Weise wie P. Ramon y Cajal und Gehuchten es geschildert haben, in Beziehung zu den Ausläufern der Mitralzellen treten. Eigene Silberpräparate zeigen das Gleiche.

Der Ventrikel reicht in das Innere der Lobi hinein. Sein zentrales Grau ist von einem feinen Netzwerk markhaltiger Fasern erfüllt. Am dorsalen Rande der Lobi ist der caudale Abschnitt nicht von Formatio bulbaris überzogen, und hier sammeln sich die wenigen Fäserchen, welche als basale Riechstrahlung — Tractus bulbo-corticalis — anzusprechen sind. Sie gehen nach ganz kurzem Verlauf an der Hirnbasis verloren. (Taube, Gans Oriolus.)

Die Abtrennung der Lobi olfactorii an der lebenden Gans führt zu einer Degeneration der in ihnen gelegenen Markbündelchen, erlaubt aber nicht weiter caudale Faserbeziehungen klarzustellen. Es degeneriert, soweit wir bisher sehen, außerhalb der Lobi nichts. Wesentliche Verbindungen der Lobi olfactorii mit dem übrigen Gehirn, markhaltige wenigstens, existieren also nicht, außer der dünnen kurzen Riechstrahlung. Fig. 2, Taf. IV.

Bei Oriolus sind — wir haben nur ein Exemplar gehabt — die Lobi olfactorii an ihrem cerebralen Ende unter einander zu einer einzigen Masse verwachsen. Sie sind klein, doch ist eine deutliche markhaltige Riechstrahlung, Tractus bulbo-corticalis zu erkennen, die nach ganz kurzem Verlaufe in die Hirnbasis eintaucht und sofort auseinanderfahrend der Verfolgung sich entzieht. Sie endet etwa da, wo man den Nucleus basalis anterior zu suchen hätte, welchen wir wohl der Härtung halber, die mancherlei verwischte, hier nicht finden konnten.

Die Verschmelzung beider Riechlappen kommt auch sonst vor, so bei Sturnus aeneus und bei Sterna stolida und wahrscheinlich noch bei vielen anderen, aber es fehlten in nicht wenigen unserer Gehirne gerade diese frontalsten kleinen Zäpfchen. Bei Sterna stolida reicht die Formatio bulbaris relativ weit an der Hirnbasis rückwärts. Einer einheitlichen Platte gleich, liegt sie über die vereinten Riechlappen hinweg bis in den Anfang des basalen Feldes hinein.

VII. Eigenzüge des Vorderhirnes.

Tractus intracorticales et Tractus intrastriatici. Tractus strio-corticales.

Das Vogelgehirn hat nur wenige intracorticale Züge von besonderer Stärke. Die fronto-parietale Rindenbahn und der coronale Faserzug innerhalb der parietalen Rinde sind bereits bei Besprechung der Rinde erwähnt. Ebenso hat der Tractus fronto - epistriaticus bereits Beschreibung gefunden. Es war aber schon Bumm ein mächtiger Faserzug bekannt, den er als dorsales Associationsbündel bezeichnete und innerhalb der Rinde fronto-occipital verlaufen ließ. Dieser

1. Tractus fronto-occipitalis ist nur bei wenigen Vögeln gut entwickelt. Am besten ausgebildet fand ich ihn bei Sturnus aeneus (Taf. II, Fig. 4; Taf. IV, Fig. 10), dann auch bei unserem Sperling. Er fehlt bei dem Strauß wohl ganz, ist bei den Hühnern und Tauben sehr schwach entwickelt und auch bei sehr vielen anderen Vögeln nur in Spuren vorhanden. Die Papageien, bei denen alle anderen Markzüge so kräftig ausgebildet sind, haben keinen besonders starken dorsalen Zug. Es ist uns nicht gelungen, bei der Taube diese Fasern degenerativ zu verfolgen. An Markscheidenpräparaten gewinnt man den Eindruck, daß das Bündel immer in den frontalsten Ebenen des Hyperstriatum entspringt, nahe dessen dorsaler Oberfläche, also fast auf der Grenze zwischen Rinde und Hyperstriatum, caudal zieht und sich schließlich im parieto - occipitalen Palliumgebiete auflöst. Es wäre also ein Tractus strio - corticalis. Aber bei Sturnus bleiben alle Züge innerhalb des Striatum selbst. Aus diesem Grunde nehme ich an, daß der ganze dorsale Zug gemischt ist aus einem intrastriaten und einem strio-corticalen Fasersystem.

2. Ein weiteres intracerebrales sehr mächtiges Bündel hat sich bei den Sittigen und bei Liothrix luteus gefunden. Es verläuft ganz caudal über die Oberfläche des occipitalsten Stammganglionabschnittes, frei im Ventrikel von oben nach unten. Der Ursprung liegt in den dorso - caudalsten Stammganglionabschnitten oder in der dicht benachbarten Capsula externa, das Ende in den basalsten Teilen des Mesostriatum. Dieses merkwürdige Bündel hat also die Form eines frontalwärts geöffneten Bogenabschnittes. Der größte Teil des Bogens liegt dem caudalen Stammganglion frei auf, der Anfang und das Ende sind frontalwärts gebogen. Taf. III, Fig. 3, 4 außen rechts, ventro-dorsales Bündel.

VIII. Die Gesamtheit der Faserung aus dem Grofshirne und zu demselben. Brachia cerebri.

Bisher ist versucht worden, die Faserung aus der Rinde und zu derselben, ebenso die zum Striatum in Beziehung stehende Faserung, jede an ihrem Orte zu schildern. Da aber, wie mehrfach erwähnt worden ist, alle vier Faserkategorien bei den Vögeln keineswegs getrennt verlaufen, vielmehr an den meisten Stellen dicht gemischt sind, so wird es nun zweckmäßig sein, diese nur einzeln gezeichneten Züge nun einmal zusammen darzustellen. Man betrachtet sie am besten da, wo sie an der Unterseite des Mesostriatum frei an die Ventralfläche des Gehirnes treten. Es ist das Gebiet der Brachia cerebri. Taf. I, Fig. 4—7.

Die an der Hirnbasis frei werdende Fasermasse heißt bisher bei den Autoren Crura cerebri. Dieser Name muß notwendig zu Homologisierungen mit dem gleichnamigen Bündel der Säuger führen. Solche sind unrichtig. Was bei den Vögeln hier an Fasern liegt, entspricht etwa Anteilen der Capsula interna der Säuger. Denn bei den Säugern sind nur innerhalb der Capsula interna alle aus dem Großhirn stammenden oder dahin ziehenden Bündel vereinigt. Hier finden sich jene Fasermassen, welche zwischen Vorderhirn und Zwischenhirn einherziehend, gerade bei Vögeln sehr mächtig sind, gar nicht mehr vor. Dann enthält der Hirnschenkel der Säuger auch Bahnen, wie die Tractus cortico-spinalis und Tractus cortico-pontini, welche die Vögel gar nicht besitzen, und enthält dann die Züge aus Thalamus und Mittelhirn zu weiter caudal gelegenen Hirnteilen, Bündel, die zwar bei den Vögeln vorkommen, aber nicht in den Brachia cerebri enthalten sind. Aus diesem Grunde will ich den Namen Crura cerebri fallen lassen und durch Brachia cerebri ersetzen.

Die Brachia cerebri enthalten sehr mannigfache Faserarten.

Unterscheiden sich nun auch bei allen Vögeln die einzelnen Bündel durch Faserkaliber, Distanzen etc. etwas von einander, so ist es doch nicht möglich, durch Untersuchung der normalen gefärbten Präparate die vielen hier liegenden Einzelteile genau zu bestimmen und vor allem nicht möglich, Anfang und Ende eines jeden festzulegen. Hier kann allein die Methode der künstlich gesetzten Degenerationen voran helfen. Diese hat Wallenberg angewendet und ausschließlich seine an der Taube gewonnenen Resultate werden hier benutzt, nachdem wir sie in schriftlicher oder mündlicher häufiger Diskussion und nicht ohne besondere Mühe, nicht ohne manche Irrwege, einigermaßen befriedigend deuten gelernt und bei Vergleich mit anderen Vögeln im Wesentlichen übereinstimmend befunden haben.

Macht man an der Stelle, wo die Brachia am stärksten ausgebildet sind, also dicht vor dem Thalamus, einen Schnitt senkrecht zu ihrer Achse — dies ist kein genauer Frontalschnitt des Gehirnes — so kann man leicht eine dorsale von einer frontalen Abteilung unterscheiden. Weiter caudal im Thalamus trennen sich beide auch räumlich mehr, ja es schieben sich der Nucleus entopeduncularis und weiter hinten noch andere Ganglien etc.

zwischen beide. Daraus erwächst die Berechtigung, die dorsale Abteilung getrennt von der ventralen zu behandeln. Es stammen die Fasern der dorsalen Abteilung im wesentlichen aus dem Striatum und dem Pallium, die der ventralen Abteilung mehr aus basal gelegenen Hirnabschnitten, auch aus solchen des Striatum.

Im wesentlichen liegen die Fasern, welche zwischen Thalamus und Rinde und zwischen Thalamus und Striatum einherziehen, dorsal, und diejenigen Bahnen, welche weiter caudalwärts, bis in das Mittelshirn und den Isthmus gelangen, mehr ventral im Brachium dorsale.

Für das Folgende vergleiche man Taf. I, Fig. 4—7; Taf. II, Fig. 1, 2; Taf. III, Fig. 1, 3, 4; Taf. IV, Fig. 8; Taf. V, VI, VII.

A. *Dorsale Abteilung des Brachium cerebri.*

Die dorsale Abteilung enthält zunächst die Faserzüge aus den einzelnen Ganglien des Thalamus zum Stirnpole des Vorderhirnes und diejenigen zum Parietalgebiete. Rinden- und Striatumbahnen sind gemischt.

1. Am weitesten lateral liegen Züge, welche bei Anstechen des Nucleus rotundus thalami degenerieren, gemischt mit solchen aus der Rinde des Parietalgebietes und des Frontalgebietes zum Thalamus.

Dieser Tractus thalamo-frontalis et parietalis ist wahrscheinlich doppelläufig, mindestens in einem Teile seiner Fasern, denn diese entarten nach Thalamus- und nach Striatumverletzungen. Es giebt also auch einen Tractus fronto- et parieto-thalamicus. Durch Anstechen des Nucleus rotundus thalami wurde das Bündel einmal ganz isoliert bis in die frontale Rinde zur Entartung gebracht. Taf. VI, Fig. 4. Viermal wurde seine Degeneration neben derjenigen anderer Bündel durch Thalamusverletzung erreicht. Fünfmal haben wir nach oberflächlicher Ätzung des Parietalgebietes eine feinkörnige Schwärzung bis zu bestimmten Teilen des Nucleus rotundus und eine weitgehende Degeneration um die Zellen dieses Thalamusganglions gesehen.

Dieses Bündel ist bisher nur einmal aus der Gesamtmasse abgeschieden worden. Westphal bezeichnet es in seinen schematischen Abbildungen als „Rindenbündel", ohne es näher zu beschreiben.

2. Die Fasern aus dem Nucleus dorsalis thalami zum Vorderhirn verlaufen medial von den eben genannten als eigenes Bündel, degenerativ darstellbar. Dieser Tractus thalamo-frontalis medialis ist wahrscheinlich auch doppelläufig, enthält also auch einen Tractus fronto-thalamicus. Wir haben dieses feinfaserige, aber nicht faserarme Bündel

zweimal durch Zerstörung des Nucleus dorsalis thalami und dreimal durch Ätzung am Frontalpole zur Entartung bringen können. Taf. VI, Fig. 3.

Schließlich verläuft medial von den vorgenannten Bündeln noch ein kräftiger Faserzug aus dem Thalamus zu medialen Abschnitten des Stammganglions und ein ebensolcher umgekehrter Richtung. Der

3. Tractus thalamo-striaticus ist ein dickes geschlossenes Bündel, welches aus dem Zwischenhirn aufsteigend unter der Commissura anterior hinzieht, einige Fasern caudalwärts über sie hinaus sendet und im wesentlichen sich im Striatum besonders in dessen mittleren und caudaleren Abteilungen auflöst. Das Bündel scheint nur centripetal zu leiten, denn wir haben es bisher nur nach Thalamusherden, nicht aber nach Verletzungen des Striatum entarten sehen. Im Ganzen verfügen wir über 4 beweisende Experimente. Dieser Faserzug ist bisher nicht nach Ursprung und Ende beschrieben.

4. Das Begleitbündel von No. 3, der Tractus strio-thalamicus, ist Fig. 5, Taf. VI als Tractus strio-thalamicus dorsalis lateralis seiner Lage im Brachium nach bezeichnet. Es entartet nach Verletzung parietaler Stammganglionabschnitts caudalwärts bis in den Nucleus rotundus thalami. Der Zug ist möglicherweise identisch mit dem oben erwähnten Tractus parieto-thalamicus.

Die mediale und medio-ventrale Abteilung des dorsalen Brachium enthält einen Teil der Fasern zum Mittelhirn, ein anderer Teil macht wie bereits erwähnt wurde, die Masse des ventralen Brachium aus. Man kann im Wesentlichen zwei Ursprungsorte dieser dorsalen Faserung unterscheiden, einen Rinde-Striatumursprung und einen Rindenursprung. Das Rindenbündel liegt dorsal vom Striatumbündel. Ganz isoliert haben wir nie eines von beiden dargestellt, weil eben bei Verletzung der schwer angreifbaren temporo-occipitalen Rinde immer das Stammganglion mitverletzt wird.

5. Das Striatumbündel wird zweckmäßig als Tractus strio-mesencephalicus dorsalis bezeichnet, da es auch im ventralen Brachiumabschnitte ein ähnlich verlaufendes Bündel giebt. Dieser Tractus strio-mesencephalicus dorsalis entspringt wesentlich im lateralen und occipito-temporalen Gebiete, wahrscheinlich im Ektostriatum. Wird diese Gegend verletzt, so können die degenerierenden Bündel bis hinab in das Mittelhirn verfolgt werden, wo sie an noch unbekannten Orten der Haube enden, wahrscheinlich aufgesplittert in breitem Areal. Bei dem Verlaufe durch den Thalamus findet man den Faserzug immer ventral und etwas medial von den vorgenannten Zügen. Es sind feine Fasern, deren Gesamtquerschnitt in den eigentlichen Thalamusebenen einem medialwärts geöffneten Halbmonde gleicht. Ihre isolierte

Degeneration ist viermal erzielt worden durch Anätzung mittlerer Hirnbasisabschnitte und auch durch Unterbrechung des Zuges selbst mittels in die Hirnbasis eingeführter Laminariastifte. Taf. VII, Fig. 2.

Gewöhnlich entartet bei diesen beiden Versuchsweisen noch ein Faserzug, welcher sich in die Commissura anterior begiebt und dort kreuzt. Die Kreuzungsschenkel begeben sich in das mediale centrale Grau des Thalamus. Ob man hier, wie wir in unserer ersten Veröffentlichung es thaten, einen Tractus strio-thalamicus cruciatus abscheiden darf, erscheint jetzt zweifelhaft, seit wir wissen, daß nicht allzuweit vom Ursprung des Tractus strio-mesencephalicus dorsalis auch die Fasern der Commissura anterior selbst entspringen.

6. Mit dem zuletzt erwähnten Faserzuge zusammen verläuft der Tractus occipito-mesencephalicus. Er ist schon oben S. 387 beschrieben worden. Hier sei nur noch einmal daran erinnert, daß diese aus der temporo-occipitalen Rinde stammenden Fasern zunächst mit der Commissura anterior medialwärts ziehen und nahe der Mittellinie sich von ihr lösen, um ventro-caudal abwärts biegend sich den medialsten Fasern der dorsalen Brachiumabteilung anzuschließen. Sie sind allmählich abnehmend bis in caudalsten Ebenen des Mittelhirnes verfolgt worden. Auf Markscheidenpräparaten ist ihr Ursprung aus der Rinde ganz zweifellos festzustellen, wie denn auch der ganze Faserzug zuerst an solchen Präparaten verfolgt worden ist. Taf. VII, Fig. 1.

B. *Ventrale Abteilung des Brachium cerebri.*

Die ventrale Abteilung enthält nur ein starkes und zwei dünnere Bündel. Das starke ist der

7. Tractus strio-mesencephalicus ventralis.

Dieser Faserzug stammt, wie die Markscheidenentwicklung, ergiebt s. u., wohl ausschließlich aus dem Mesostriatum und dem Ektostriatum. Die Degeneration gelingt sehr leicht. Wir haben ihn 14 mal zur Entartung gebracht, sei es durch tiefe laterale Ätzungen des Großhirnes, sei es durch Abtragung mittlerer und caudaler Hemisphärenabschnitte, auch durch Anstechen mit dem Laminariastift und natürlich auch durch Abtragungen einer ganzen Hemisphäre. Auch Boyce und Warrington ebenso Münzer und Wiener haben ihn vom Großhirne bis in das Mittelhirn verfolgt, doch blieb ihnen der wahre Ursprung im Mesostriatum und Ektostriatum unbekannt. Das Bündel giebt auf seinem Wege rückwärts keine Fasern an den Nucleus rotundus thalami ab, zieht vielmehr weiter caudal und versorgt mit Endfäden die einzelnen Ganglien zwischen Mittelhirndach und Mittelhirnbasis (ventraler Teil des Nucleus spiriformis, ventraler Abschnitt der Lobusrinde, tiefe Mittelhirnganglien). Die letzten Fasern, welche durch künstliche Entartung noch nachweisbar sind, findet man in den Ebenen,

wo die Trochlearisstämmchen austreten und wo der große Trigeminuskern beginnt. Taf. III. Fig. 1, 3, 4; Taf. IV, Fig. 8; Taf. VII, Fig. 3.

8. Medial von dem vorgenannten Bündel liegen Fasern, die zweimal nach Anstechen des centralen Höhlengrau des Thalamus vorderhirnwärts entartet sind und frontalwärts bis in den Lobus parolfactorius verfolgt werden konnten. Man kann sie vorläufig als

9. Tractus thalamo — oder mesencephalo? — parolfactorius bezeichnen.

10. In den ventralsten Ebenen der ventralen Brachiumabteilung verlaufen immer sehr dicke Fasern, wenige nur, aber zu einem Bündelchen geschlossen, welches anatomisch und degenerativ aus der Gegend des Ganglion isthmi im Nachhirn bis in die ventrale Gegend des Stirnlappens zu verfolgen ist. Es ist der früher schon beschriebene Tractus-quinto-frontalis, dem sich — mindestens bei der Ente — der Tractus fronto-bulbaris beigesellt.

IX. Anhang.

Ergebnis der Markscheidenentwicklung.

Zu Studien über die Markscheidenentwicklung standen die folgenden Vögel zur Verfügung:

1. Passer domesticus,
   a) eben aus dem Ei, zwei Exemplare;
   b) zwei Tage alt, ein Exemplar;
   c) eben flügge, Alter unsicher, zwei Exemplare.
2. Chloris hortensis, zwei Tage alt.
3. Sylvia (hortensis?), eben aus dem Ei.
4. Haushuhn,
   a) 12 Stunden nach dem Auskriechen,
   b) 60 Stunden danach,
   c) 8 Tage nach dem Auskriechen,

   } je zwei Exemplare.
5. Teichhuhn, 48 Stunden nach dem Auskriechen.

Bei den Sperlingen war überhaupt kein Bündel des Vorderhirnes markhaltig. Bei allen anderen Vögeln war aber der Befund ganz so, wie er hier von dem 12 Stunden alten Huhne geschildert werden soll:

In dem Ektostriatum und um dasselbe findet sich ein reichentwickeltes Netzwerk markhaltiger Fasern. Aus diesem strahlen zahlreiche Züge medial- und basalwärts, sammeln sich an der Grenze des Mesostriatum zu einer markhaltigen Lamelle und dringen wenig

weiter caudal in dieses ein. Im Mesostriatum selbst scheinen dann auch Fasern zu entspringen und beide Arten wenden sich dann vereint caudal in den Thalamus. Ihr Querschnitt liegt da, wo später die ventrale Brachiumabteilung gefunden wird. Da die dorsale, wenn auch marklos bereits sichtbar ist, so kann darüber kein Zweifel bestehen. Vergl. Taf. IV, Fig. 6, 7, Das wäre also ein Striatumbündel zum Thalamus im Brachium ventrale.

Die Degenerationsversuche an der Taube hatten, wie oben gezeigt wurde, ergeben, daß im ventralen Brachiumanteil kein Bündel zum Nucleus rotundus thalami liege; nur der Anteil zum Mittelhirn, den auch die Entwicklungsgeschichte kennen lehrt, war degenerativ nachgewiesen. Ob hier eine Lücke noch auszufüllen ist, oder ob speziell bei der Taube, die wir wieder nicht auf Markscheidenbildung untersucht haben, kein Thalamusbündel im Brachium ventrale liegt, das wird noch festzustellen sein. Die Markscheidenentwicklung lehrt dann, was auch aus den Degenerationen nicht so sicher zu folgern war, daß mindestens ein Teil des Tractus strio-mesencephalicus dem Ektostriatum entstammt.

Bei dem Huhn von 60 Stunden sind außer den genannten Fasern noch solche markhaltig, die aus dem Striatum selbst stammen, aber noch keine Rindenfasern. Der erwähnte Zug schließt sich dem Brachium ventrale und dem B. dorsale an. Im Epistratum beginnt eben die Markfaserbildung, aber bereits erkennt man deutlich, daß ein Teil der Commissura anterior und auch ein solcher des Tractus occipito-mesencephalicus markhaltig sind. Dieser letztere Faserzug kann zunächst nur bis in caudale Thalamusebenen verfolgt werden. Im Septum beginnt eben die Markscheidenbildung um den Tractus septo-mesencephalicus. Taf. IV, Fig. 8.

Das Huhn von acht Tagen Lebenszeit zeigt ganz die gleichen Bündel, doch alle distinkter, vielleicht faserreicher, außerdem ist der größte Teil des Tractus septo-mesencephalicus markhaltig und es ist namentlich der Tractus occipito-mesencephalicus nebst dem zugehörigen gleich verlaufenden Striatumbündel markhaltig. Der Tractus septo-mesencephalicus ist in einem Teil der occipitalen Bündel noch marklos, außerdem wird sein Mark in der Gegend, wo er sich um das Brachium cerebri herumschlägt, auch schon unsicher. Auch um diese Zeit ist außer dem occipitalen Bündel noch kein Rindenbündel markhaltig.

Das wichtigste an diesen Befunden scheint mir zu sein, daß sie nachweisen, wie die Rindenfaserung erst sehr spät in Erscheinung tritt, daß aber auch die Striatumfaserung nicht gleichaltrig ist, daß vielmehr zuerst die Fasern aus dem Ektostriatum, dann die aus

dem Mesostratium, später die aus dem Epistratum und Striatum sich entwickeln. Bekanntlich kann das eben aus dem Ei gekrochene Tier und sicher das von acht Tagen, also rindendefekte Tier, bereits laufen, picken etc.

Der Befund bei den kleinen Sperlingen, welcher ergab, daß hier auch die beim auskriechenden Huhn bereits markhaltigen Fasern noch nicht ausgebildet sind, weist darauf hin, daß verschiedene Vögel sich sehr verschieden verhalten. Es dürften namentlich Untersuchungen über die Markscheidenbildung bei verschiedenen Arten jetzt, wo eine große Zahl der Hirnbahnen bekannt ist, von besonderem Interesse sein. Wahrscheinlich kommen die Nesthocker mit anderer Entwicklung als andere Vögel zur Welt. Wir beabsichtigen im kommenden Frühjahre diese Frage aufzunehmen.

X. Übersicht der Resultate.

Das Vogelgehirn hat bisher auffallend wenig Bearbeiter angezogen. Mit modernen Methoden ist eigentlich nur ein Teil des Taubengehirnes anatomisch untersucht. Eine größere Darstellung, die sich auf zahlreiche Arten erstreckt, ist seit der 1883 erschienenen Arbeit von Bumm nicht mehr erschienen. Nur die äußeren Formen haben mehrfach Berücksichtigung gefunden.

Die einzelnen Teile der fast soliden Vogelhirnhemisphäre waren bisher nicht mit Sicherheit gedeutet, einmal weil nicht sicher zu entscheiden war, was Pallium und was Stammhirn ist, und dann weil in dem massiven, möglicher Weise dem Stammhirn anderer Vertebraten entsprechenden Kerne, zahlreiche Unterabteilungen existieren, die nicht auf andere bei niederen oder höheren Vertebraten bekannte Abteilungen zurückzuführen waren.

Seit fast 8 Jahren mit dem Studium des Vogelvorderhirnes beschäftigt, habe ich dieses erst jetzt zu Ende führen können, vornehmlich auch Dank der Unterstützung, welche die Herren A. Wallenberg und G. Holmes mitarbeitend mir angedeihen ließen.

Der in der That schwierigen Aufgabe wurde auf mehreren Wegen nahe getreten.

1. Durch Verfolgung der Entwicklung im Ei wurde festgestellt, was von den später verschmolzenen Teilen dem Pallium, was dem Stammhirn angehört.
2. Die Untersuchung von an 50 Arten aus den mannigfachsten Familien ermöglichte einen Überblick über die Gestaltung des reifen Gehirnes.

3. Mittels fortlaufender Schnittserien, die mit der Marscheidenfärbung behandelt waren, gelang die Feststellung zahlreicher Bahnen, von denen bisher nur eine Minderheit bekannt war. Die genauere Verfolgung derselben, die Feststellung von Ursprung und Endpunkt, ist aber erst gelungen als:
4. ca. 80 verschiedenartige Verletzungen an Gehirnen von lebenden Tauben, Enten und Gänsen vorgenommen und deren Folgen mit der Marchi'schen Degenerationsmethode studiert wurden.
5. Zellen und Kerne wurden nach den Nissl'schen und Golgi'schen Methoden behandelt.
5. Schließlich wurde auch die Entwicklung der Markscheiden studiert.

Dabei haben sich folgende Resultate ergeben:

Die nur medial von einem engen Ventrikel durchzogene, sonst fast solide Masse des Hemisphäriums besteht beim Embryo aus dem basal liegenden Stammhirn, über welches sich völlig frei, wie bei den Reptilien, ein Pallium wölbt. Erst in der späteren Embryonalzeit wächst das Stammhirn so, daß es den ganzen lateralen und den größeren Teil des dorsalen Ventrikels ausgleichend, mit dem Pallium laterale und dorsale zu einer Masse verschmilzt.

Es kommen sehr beträchtliche relative Größenverschiedenheiten und nicht unbeträchtliche Formverschiedenheiten zwischen den Gehirnen der einzelnen Familien vor. Am meisten Differenzen zeigt das Stirnhirn, ein Teil der bei den Reptilien noch fast ganz fehlt, bei einigen Vögeln: Sänger, Gans, Papageien, aber beträchtliche Entwicklung annimmt. Dann giebt es namentlich im Temporalgebiet große Differenzen und schließlich ist der occipitale Abschnitt bei den Vögeln ein mächtiges Gebilde.

Das ganze Vorderhirn besteht aus einem dorsalen Anteil, der von Pallium bedeckt ist und einem ventralen palliumfreien Anteil. Sowohl an der Außenseite des Gehirnes als im Innern des Ventrikels ist die Grenze zwischen diesen Hauptabteilungen durch je eine sagittale Furche angedeutet. Diese beiden Furchen, die Fissura limbica externa und Fiss. limb. interna, sind in der gleichen Lagerung am Reptiliengehirne zu finden und ebenso an einigen Amphibiengehirnen. Burckhardt hat die gleichen Furchen bei Protopterus gesehen und dort als „Grenzfurche des Rinde tragenden Anteiles“ beschrieben. Es handelt sich also um zwei zweifellos prinzipiell wichtige Furchen des Vertebratengehirnes. Sie liegen immer an der ventralen Grenze des Palliums und scheiden also das Vorderhirn in zwei ganz verschiedenwertige Abschnitte.

Der Basalabschnitt enthält den Riechapparat und vom Stammganglion das gleich zu erwähnende Mesostriatum mit seinen beiden frontalen Fortsätzen, dem Lobus parolfactorius und dem Nucleus basalis.

Dem Dorsalabschnitt gehört zunächst das ganze Pallium an, dann aber im Innern des Ventrikels das Hyperstriatum, das Ektostriatum und das Epistriatum.

Der Riechapparat, bestehend aus zwei konischen der Hemisphäre frontal aufsitzenden Höckern, die fast ganz mit Formatio bulbaris bedeckt sind, ist immer sehr schwach entwickelt. Die mit ihm zusammenhängende Faserung spielt im Gesamtaufbau keine nennenswerte Rolle. Ein Fornix fehlt wahrscheinlich ganz, eine eigentliche Ammonsformation ist nicht nachzuweisen.

Am Pallium kann man mehrere Teile: Pars frontalis, parietalis, temporalis und occipitalis, unterscheiden, welche sich nicht nur durch ihre recht verschiedene Ausbildung, sondern namentlich auch durch ihre Faserung oft gut von einander trennen lassen. Die Palliumfaserung, welche zu größerem Teile aus dem Thalamus stammt, zu geringerem in diesen und in das Mittelhirn hinein zieht, wurde genauer bekannt, ebenso die Faserzüge innerhalb der Rinde.

Die Rinde umgreift, einer Kapsel gleich, den dorsalen Teil des Stammganglion, lateral verschmilzt sie mit ihm zu einer Masse. Dieser intrapallial liegende Stammganglionabschnitt besteht aus mindestens drei sehr gut abscheidbaren Ganglien. Dorsal liegt einem langen Polster gleich das Hyperstriatum, die Hauptmasse des Ganzen. Es geht lateralcaudal in das Epistriatum über. Unter dem Hyperstriatum liegt, als von außen her eindringender Keil, das Ektostriatum.

Unter diesen drei Ganglien, aber fest mit ihnen verbunden, liegt das Mesostriatum, ebenfalls ein längliches Polster, das frontalwärts zwei für die verschiedenen Arten an Ausdehnung sehr wechselnde Fortsätze aussendet. Der laterale Fortsatz, der meist die ventrolaterale Außenseite des Gehirnes erreicht, resp. bildet, wurde als Nucleus basalis bezeichnet, der mediale als Nucleus parolfactorius. Die Textfigur Fig. 11 illustriert das schematisch.

Die Faserung der Rinde und der einzelnen Teile des Stammganglions sammelt sich zunächst zwischen Hyperstriatum und Mesostriatum zu der Lamina medullaris dorsalis. Sie durchbricht dann, weitere Zuzüge aufnehmend, das Mesostriatum und es liegen schließlich ventral von diesem, in der Concavität seines Polsters, die gesamten Fasern als Brachia cerebri vereint. Ein Kern großer Zellen, der Nucleus ento-

peduncularis ist der Faserung hier eingelagert. er reicht bis in das Mittelhirn hinab, immer im Bereiche der Brachiumfaserung liegend.

Nur bei den Papageien sammelt sich die aus dem Vorderhirn abwärts ziehende Faserung zu einer Art Capsula interna in den Gliedern des Stammganglions, bei allen allen anderen Vögeln durchmißt sie das Stammganglion in diffus zerstreuten Zügen. Zwischen dem Hyperstriatum und dem Mesostriatum caudal biegend, bildet sie die auch makroskopisch immer gut sichtbare Lamina medullaris dorsalis.

Eine Capsula externa ist immer zwischen Rinde und Lobus parolfactorius, bei bei manchen Arten auch zwischen Rinde und Hyperstriatum nachweisbar.

Die Faserung des Großhirnes besteht aus Eigenfasern, aus Zügen zum Thalamus und Mittelhirn und aus Zügen, die in den zuletzt genannten Hirnteilen entspringend, frontalwärts ziehen, um im Pallium und Stammganglion zu enden.

Von Eigenfasern wurden nachgewiesen:

1. Intracorticale Associationsbahnen, besonders im Stirn- und Parietalteile.
2. Tractus fronto-occipitalis intrastriaticus.
3. Tractus fronto-epistriaticus, aus der Frontalrinde und dem Lobus parolfactorius zu dem Epistriatum.
4. Commissura pallii.
5. Commissura anterior, besteht aus einem starken, zwischen den Epistriata verlaufenden Zweige und einem (nur bei der Gans, durch Degeneration nachgewiesenen) frontalen Schenkel.
6. Caudaler Associationszug des Stammganglions. (Nur bei einigen Arten.)

Im Vorderhirn selbst entspringen:

1. Tractus septo-mesencephalicus, Scheidewandbündel. ✓
2. Tractus fronto-thalamicus und fronto-mesencephalicus.
3. Tractus occipito-mesencephalicus. ✓
4. Tractus strio-mesencephalicus. ✓
5. Tractus strio-habenularis.
6. Tractus fronto-bulbaris (spinalis?).

In das Vorderhirn gelangen:

1. Tractus thalamo-striaticus.
2. Tractus thalamo-frontalis et parietalis.
3. Tractus quinto-frontalis.

Es bilden die Faserzüge zum Vorderhirn und diejenigen aus demselben ganz bestimmte Marklager, welche bei den Vögeln sehr verschieden stark entwickelt sind. Am meisten Differenzen weist das Frontalmark auf. Es ist zwar immer nachweisbar, aber bei allen Papageien und bei der Gans sehr viel mehr entwickelt als bei den anderen Vögeln. Ein Mittelglied bildet der Rabe und die Möve. Der Strauß hat nur eine sehr unbedeutende Entwicklung des Frontalmarkes. Das temporale Mark ist überhaupt nur bei den Papageien ordentlich ausgebildet. Das parietale Mark ist schwächer als die anderen Gruppen und überall ziemlich gleich.

Die einzelnen Abteilungen der Vorderhirnfaserung sind durch die Brachia cerebri hindurch fast alle zu ihren Ursprungs- oder Endstätten verfolgt worden, zumeist auf degenerativem Wege. Dabei hat sich eine Einteilung der Brachia cerebri gewinnen lassen.

Schließlich ist an einem für Schlüsse noch zu kleinen Materiale die Entwicklung wenigstens einiger Großhirnbündel, soweit Markscheidenumhüllung in Frage kommt, studiert worden. Es scheint als kommen die Nesthocker mit weniger ausgebildetem Gehirne aus dem Ei als andere Vögel. Das erste Bündel, welches Markscheiden bekommt, entstammt dem Ekostriatum und geht in den Thalamus oder hat umgekehrte Verlaufrichtung.

Das Vogelvorderhirn ist also durch eine mächtige Faserung in der Art mit dem Thalamus erbunden, daß Züge dort entspringen und im Vorderhirn enden und daß Züge vorkommen, welche im Vorderhirn entspringend ihre letzten Ausläufer bis in den Thalamus hinabsenden. Diese Radiatio strio-thalamica enthält viel mehr Fasern, die zwischen Thalamus und Striatum einherziehen, als solche, welche Thalamus und Rinde verbinden.

Eine fast ebenso mächtige, aber doch geringere Faserung verbindet in wahrscheinlich auch doppelläufiger Weise das Vorderhirn mit dem Mittelhirn. In das Kleinhirn gelangt keine direkte Vorderhirnbahn. Wohl aber mag ein indirekter Weg bestehen. In einen Kern der Mittelhirnbasis, den Nucleus tegmenti, münden die Tractus cerebello-thalamici zumeist gekreuzt, und da, wo dieser Kern liegt, enden viele der Tractus strio-mesencephalici benachbart zum Kerne.

Es besteht eine aus wenigen, aber dicken Fasern bestehende, ebenfalls doppelläufige Verbindung zur Oblongata. Ihr absteigender aus der frontalsten Abteilung des Mesostriatum stammender Zug ist bis an die caudalste Oblongatagrenze, fraglich auch in das Halsmark, verfolgt, ihr aufsteigender dickerer Zug stammt wohl ganz oder zum größten Teile aus der Gegend des Quintusendkernes, wohl aus diesem selbst. Es sind die Kerne der Oblongata also mit dem Vorderhirne verbunden.

Irgend eine sichere Verbindung hinab zu dem Rückenmark selbst ist nie gefunden worden, wenn man absieht von den fraglichen Fäserchen zum obersten Halsmarke, die nur bei der Ente gesehen wurden. Niemals hat eine partielle oder totale Hemisphärenabtragung Bahnen bis in das Rückenmark zur Entartung gebracht. Auch hier besteht aber eine indirekte, wahrscheinlich doppelte Verbindung. Zahlreiche Fasern aus dem Mittelhirn und zu demselben verbinden dieses mit dem Rückenmarke, ebenso giebt es einen Tractus thalamo-spinalis und einen Tractus spino-thalamicus. Die oben erwähnten Bahnen aus dem Vorderhirn zum Mittelhirn und zum Thalamus vermögen wohl die Verbindung zum Rückenmarke aufrecht zu erhalten.

Eine Bahn zwischen Riechnervendigung und Rinde ist sehr fraglich.

Der Sehnerv aber hat eine enge Beziehung zur Rinde, die auch experimentell functionell nachzuweisen ist. Bahnen aus dem Occipitallappen enden an der Basis des Mittelhirndaches in mehreren Gangliengruppen, die durch eine reiche feine Faserung mit dem Dachgrau, in dem der Opticus sich auflöst, verbunden sind.

An vielen Stellen des vorstehenden Textes ist darauf hingewiesen worden, wie einzelne Faserzüge bei verschiedenen Vogelarten ganz verschieden entwickelt sind, ja daß ganze Markstrahlungen, welche bei den einzelnen Arten nur schwach ausgeprägt sind, bei anderen mächtige Bündel bilden. Ich erinnere an die Ausbildung des Frontalmarkes, die bei der Gans und den Papageien, aber auch bei vielen Sängern so sehr viel größer ist als bei allen anderen untersuchten Tieren. Die Größe der Tierart hat damit gar nichts zu thun, das Gehirn des Rotkehlchen ist außerordentlich viel reicher an markhaltigen Fasern aus dem Pallium und aus dem Stammganglion als das Gehirn des Straußes. Das letztere ist überhaupt, soweit Markfaserung in Betracht kommt, eines der armseligsten. Versuche an Vögeln werden mit diesen Differenzen rechnen müssen.

In dieser Arbeit, wo die Menge des zu verarbeitenden Stoffes und die Schwierigkeit so manche ganz neue Verhältnisse zu erkennen, ständig empfunden wurden, kam es zunächst einmal darauf an, das Allgemeine, das Typische, festzustellen. An die Abweichungen von diesem Type, an die Individualeigenschaften der einzelnen Familien etc., wird man jetzt erst herantreten können. Was sich bereits gezeigt hat, ist, daß die Grundlinien zwar überall die gleichen sind, daß aber solche Differenzen in der Ausbildung vorkommen, daß man wohl sagen kann, sie seien nicht geringer als bei den Säugern. Das Gehirn der Taube ist von dem der Gans mindestens so unterschieden, wie dasjenige des Kaninchens von dem

Gehirn des Hundes, ja von dem Papageigehirn steht das Taubengehirn reichlich so weit ab, wie etwa das Hundegehirn vom Affengehirn.

Die Aufgabe dieser Untersuchung war zunächst einmal eine gewisse Sicherheit der Auffassung des Vogelgehirnes zu schaffen, eine Sicherheit, welche Mangels entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen bisher gefehlt hat. Es waren die einzelnen Teile zu deuten und es war im Hauptsächlichen ein Überblick über Gangliengruppen und Faserverlauf zu schaffen.

Nachdem dieselbe, soweit in unseren Kräften steht, der Lösung näher gebracht ist, kann die Frage aufgeworfen werden: Welche Stellung nimmt das Vogelgehirn innerhalb der Reihe der anderen Vertebratengehirne ein? Das Vogelgehirn ist ein absolut eigenartiger Hirntypus, der schwieriger als irgend ein bisher bekannter an früher studierte Formen anzuschließen ist. Es hat nur sehr wenige Berührungspunkte mit dem Gehirne der Mammalia; eher noch kann man bei seiner Betrachtung an gewisse Reptilienvorderhirne anknüpfen. Am Schlusse meiner Arbeit über das Vorderhirn der Reptilien konnte ich zeigen, wie dieses in Vielem vom Gehirne der niederen Mammalia nicht allzufern absteht. Es würde aber ein aussichtsloser Versuch sein, die unmittelbare Verwandtschaft des Vogelgehirnes mit irgend einem Gehirn der Säugerreihe festzustellen. Manches im Vogelvorderhirne wurde erst klar als das Reptiliengehirn, siehe Heft 3 dieser Beiträge, einmal durchgearbeitet war, aber man muß sagen: Kein Reptiliengehirn ist einem Vogelgehirn wirklich ähnlich gebaut. Nur dasjenige der Schildkröten hat gewisse Anklänge, die schon in Heft 3 hervorgehoben worden sind. Was beide Gehirne so sehr wesentlich unterscheidet, das ist die enorme Entwicklung des Stammganglions bei den Vögeln, eine Entwicklung, welche alles Andere in der Hirnanordnung so völlig beherrscht, daß Querschnitte durch das Vogelgehirn eben Bilder ergeben, welche nicht einmal an irgend ein anderes Tiergehirn erinnern. Eine mächtige Faserung entspringt in dem Stammganglion und eine ebensolche aus dem Thalamus und Mittelhirn, ja aus Teilen der Oblongata endet da. Ihr gegenüber erscheint die Faserung aus der Rinde nur ganz gering. Weil überall in dem Stammganglion Fasern entspringen und enden und weil diese sich mit den Rindenfasern vielfach mischen, kommt es nur ganz selten — Papageien — zu geschlossenen Zügen, welche aus dem Großhirn caudalwärts ziehen, es ist vielmehr die Großhirnfaserung über die ganze Großhirnmasse fast pinselförmig ausgebreitet und sammelt sich erst am Stiel des Pinsels zu den Brachia cerebri.

Auch dieser Umstand macht das Querschnittbild des Vogelgehirnes dem anderer Vertebratengehirne unähnlich.

Die Thalamus - Striatumverbindungen, welche ich zuerst für die Fische, später für alle anderen Vertebraten nachgewiesen habe, sind also bei den Vögeln ganz besonders stark entwickelt.

Innerhalb des Stammganglions lassen sich eine ganze Anzahl einzelner Kerne abscheiden, die bisher nur zum geringen Teile bei anderen Vertebraten wiedergefunden sind. Es ist aber jetzt möglich, einzelne dieser Ganglien mit solchen, welche von den Säugern her bekannt sind, so zu identificieren, daß nach beiden Seiten hin mehr Klarheit erwächst. Das Hyperstriatum, das zudem bei den Papageien durch die Capsula interna in einen lateralen und einen medialen Teil getrennt wird, entspricht deutlich dem Nucleus caudatus und dem Putamen nach Lage und Faserbeziehungen zu dem Thalamus. Das Mesostriatum rückt damit vielleicht an die Stelle dessen, was bei Säugern globus pallidus heißt. Noch fehlt für die letzteren der Nachweis eines Ektostriatum und noch ist das bei den Vögeln so mächtige Epistriatum dort nicht nachgewiesen, wenn auch Manches dafür spricht, daß der Nucleus amygdalae hier in Betracht kommen könnte. Nachdem einmal für die Vögel und Reptilien ganz charakterische Faserbeziehungen des Epistriatum festgestellt sind, wird es aber wohl gelingen, diesen Hirnteil auch bei Säugern aufzufinden. Entsprechende Untersuchungen habe ich bereits aufgenommen. Die Faserung aus dem Stammganglion und zu demselben folgt dem seit Jahren von mir für alle Vertebraten festgestellten Type — sie begiebt sich in den Thalamus, sendet auch einzelne Teile etwas weiter caudal. Sie ist wie wahrscheinlich alle Hirnfaserung, doppelläufig, d. h. es entspringen Züge im Stammganglion, die im Thalamus und Mittelhirn enden und es enden Züge im Stammganglion, die aus dem Thalamus stammen.

Ein Bündel aus dem Stammganglion, das Epistriatumbündel der Commissura anterior, gehört bei den Vögeln zu den mächtigsten des ganzen Gehirnes. Für die Säuger ist es kaum bekannt, während dort die Commissura anterior noch viele Fasern anderer Herkunft führt. Für das Studium der Funktion der Commissura anterior dürfte dieser Umstand des experimentell wohl angreifbaren Faserzuges wichtig wurden. Da das Stammganglion bei keinem anderen höheren Vertebraten so übersichtlich ist wie bei den Vögeln, so wird es wohl wichtig sein, die dort nun einmal festgestellten Abteilungen überall aufzusuchen. Wie ich an anderen Orten nachgewiesen habe, sind derlei Grundanordnungen des Gehirnes niemals ausschließlich bei einer Klasse vertreten, in mehr oder weniger deutlicher Ausbildung wird man wohl auch die Stammganglionteile überall antreffen.

Gegenüber der wohlbekannten Intelligenz der Vögel fällt Demjenigen, welcher, wie die meisten bisher, gewohnt ist, die Intelligenz im weiteren Sinne an die Rinde gebunden anzusehen, auf, wie sehr gering die Entwicklung des Palliums ist. Aber es zeigt sich in den Verbindungen der Palliumrinde bei den Vögeln ein besonderer Fortschritt den Reptilien gegenüber. Dort konnte nur ein einziger Faserzug, der aus dem Stirnpol, mit einiger Sicherheit zum Thalamus verfolgt werden. Bei den Vögeln lernten wir eine ganze Reihe von Zügen kennen, welche teils von der Rinde zum Thalamus und dem Mittelhirn ziehen, teils dort entspringend in der Rinde enden. Das Vorderhirn der Vögel ist also auch in seinem pallialen Anteil reich mit caudaler liegenden Hirnteilen verbunden. Es vermag deshalb die Rindenthätigkeit viel mehr andere Zentren zu beeinflussen, als dies noch bei den Reptilien der Fall ist. Hier liegt vielleicht die anatomische Grundlage für die höhere Intelligenz zum Teil begründet. Schon vor Jahren konnte ich darauf aufmerksam machen, daß aus dem occipitalen Abschnitte des Vogelgehirnes Fasern bis nahe an die optischen Endstätten heranreichen. Da nach Entfernung ihres Ursprunggebietes die Vögel vorübergehend contralateral blind werden, verglich ich diese Bahn mit der Sehstrahlung der Säuger. In ihr mag die anatomische Grundlage für die eminente Begabung zu optischer Beobachtung und ihrer Verwertung gegeben sein, der wir bei den Vögeln begegnen. Ganze Markmassen, die noch bei Reptilien fehlen, entspringen aus dem Pallium oder enden dort. So besitzen alle Vögel in wechselndem Maße ein Frontalmark und ein Parietalmark und einige auch ein Temporalmark. Alle haben die occipitale Strahlung zur Mittelhirnbasis. Auch mächtige Faserzüge, welche einzelne Großhirnteile unter sich verbinden, wurden festgestellt, Züge, welche den Amphibien und Reptilien noch ganz fehlen. Auffallenderweise liegen die stärksten derselben innerhalb des Stammganglion und nur dünnere in der Rinde. Immerhin komplizieren auch diese Züge den Bau des Vogelgehirnes sehr, wenn man es mit dem benachbarter Klassen vergleicht.

In wie weit ermöglicht die bessere Kenntnis der Anatomie nun ein Verständnis der Funktion des Vogelvorderhirnes?

Der bisherigen physiologischen Erforschung des Vogelvorderhirnes ist der Mangel jeglicher anatomischer Vorkenntnisse sicher überaus schädlich geworden. Wenn man die große Summe ehrlicher Arbeit überblickt, die darauf verwendet worden ist, zu ermitteln, welche Ausfallerscheinungen Totalabtragung des Vorderhirnes hat, wenn man erkennt wie sorgfältig immer wieder untersucht wird, ob nicht etwa ein kleiner Rest, stehen bleibend,

das erwünschte Resultat trübt, dann kommt einen das lebhafte Bedauern an, daß bisher auf Teilverletzungen und vor Allem auf Feststellung dessen, was etwa ein stehen gebliebener Rest anatomisch war, so wenig Gewicht gelegt worden ist. Unsere und Anderer vergleichend anatomische Untersuchungen haben gelehrt, daß bei allen Vertebraten ein vollkommener Mechanismus für alle motorischen und sensiblen Funktionen in denjenigen Hirnteilen gegeben ist, welche caudal von dem Pallium liegen, sie haben am Beispiel der Fische, deren Pallium rindenfrei ist, gezeigt, daß dieser Apparat zu sämtlichen Lebensfunktionen und zu einem zweckmäßigen Verhalten im Raum ausreichend ist. Wir sind berechtigt anzunehmen, daß mit dem Auftreten der Rinde und mit ihrem allmählichen Zunehmen innerhalb der Reihe ein neues Moment zutritt. Dieses wird allmählich für das Verhalten zur Außenwelt immer wichtiger. Noch innerhalb der Säugerreihe finden sich hierfür Beweise. Während ein Kaninchen seine primären optischen Endstätten noch so viel benutzt, daß Abtragung der Rinde, welche die sekundären Endstätten des optischen Apparates enthält, es nicht dauernd blind macht, wird beim Affen und besonders sicher bei dem Menschen das Sehvermögen dauernd vernichtet, wenn jene Rindenteile zu Grunde gehen. Die viel studierten Erscheinungen, welche durch Wegfall des ganzen Vorderhirnes bei Vögeln erzeugt werden, hat am präzisesten Schrader zusammengefaßt. Was er sagt, läßt sich mit der anatomischen Gesamtanordnung des Gesamtcentralaparates sehr wohl vereinen. Für Schrader ist das Großhirn der Taube weder motorisches Centrum in dem Sinne, daß mit ihm Bewegungen vernichtet werden, noch sensorisches Centrum in dem Sinne, daß sein Verlust die Sinnesthätigkeit aufhebt. Aber die Beobachtung enthirnter Tiere beweist ihm, daß das Großhirn auf beide Gebiete einen bedeutenden Einfluß ausübt. Das Verhalten der verstümmelten Tiere ist weit verschieden von dem normaler. Alle ihre Handlungen machen den ganz unverkennbaren eigenartigen Eindruck, welchen die Bewegungen eines Automaten hervorrufen. Trotz ihrer Mannigfaltigkeit und Kompliziertheit zeigen sie durchaus den Charakter der Antwortbewegung. Die Handlungen normaler Tiere lassen sich nicht so leicht überschauen, sie zeigen eine größere Freiheit gegenüber den für uns ersichtlichen Erregungen, man hat den Eindruck, daß bei dem Großhirntier noch ein Zwischenglied von bestimmendem Einfluß in die Kette zwischen Reiz und Erregung tritt, welches den höheren Grad der Spontaneität, die größere Mannigfaltigkeit der Bewegungen bedingt. Nach Schrader's und Goltz's Beobachtungen kann man nur schließen, daß ein Tier ohne Großhirn die Gegenstände der umgebenden Welt nicht mehr erkennt, daß diese für ein solches Tier gleichwertig sind, und nur nach Größe, Lagerung im Raum und Gestalt die Form seiner Bewegungen bestimmen.

Aus Schraders Arbeit erfahren wir aber noch zwei wichtige Thatsachen. Erstens, daß die enthirnten Tauben nur dann verhungern, wenn man das Striatum mitnimmt, daß sie aber leben bleiben und spontan fressen, wenn man nur das Pallium über dem Stammganglion abträgt. Schrader hat diese anatomischen Bezeichnungen nicht, aber seine Abbildungen erlauben die Einführung dieser Namen. Zweitens, daß verschiedene Vögel ganz zweifellos eine Art herdförmiger Lokalisation haben. Eine Abtragung der Frontalenden des Gehirnes, welche bei den Tauben und einer Saatkrähe so gut wie keine Symptome machte, lähmte bei einem Falken beide Beine und vernichtete die Fähigkeit spontan zu fressen, ließ aber alle anderen Funktionen intakt. Bei dieser Operation wird, wie wir jetzt wissen, außer der Frontalrinde ganz besonders der Kopf des Hyperstriatum und die laterale Zunge des Mesostriatum verletzt. Ich vermute, daß die letztere Verletzung für den Ausfall der Freßfunktion in Betracht kommt. Die Gründe sind dreierlei Art. Bei den Tauben und wohl auch bei der Krähe — sicher beim Raben, den ich untersucht habe — wird durch die Schrader'sche Operation das Mesostriatum gar nicht lädiert, wohl aber dürfte das bei dem Falken der Fall sein. Wenigstens hatte der Mäusebussard, den ich untersuchte, wenn ich mich recht erinnere — gerade hier sind mir die Präparate verloren gegangen — ein recht beträchtlich frontal reichendes Mesostriatum. Für spätere Versuche wird es wichtig sein, sich daran zu erinnern, daß, wie oben gezeigt wurde, die innere Configuration des Stirnabschnittes bei den einzelnen Vögeln sehr verschieden ist, daß namentlich die Länge der frontalen Mesostriatumzungen sehr wechselt. Sehr interessante Versuche, die neuerdings Kalischer veröffentlicht hat, sprechen durchaus dafür, daß dem ventralen Mesostriatum eine wichtige Beziehung zum Freßakte zukommt. Kalischer fand, daß, wenn man bei der Taube, dem Huhn, der Ente und besonders bei den Papageien die Gegend lateral und ventral vom Stirnlappen reizt, Schnabel- und Zungenbewegungen auftreten. Hier liegt aber so gut wie keine Rinde, hier tritt nur Mesostriatum und Hyperstriatum an die Oberfläche. Von ganz besonderem Interesse ist nun, daß aus eben jener Gegend am frontalen Mesostriatumende in der That ein Faserzug entspringt, welcher sich in der Oblongata auflöst und daß da ein solcher endet, welcher aus dem Trigeminuskern — Kaumuskulatur — stammt.

Schon die ältereren Untersucher, wir selbst, dann neuerdings Kalischer haben gefunden, daß der Occipitalteil des Gehirnes mit dem Sehakte in Beziehung steht. Eine Bahn, welche hierfür die Unterlage bilden könnte, wurde oben besprochen.

Die Schrader'schen Versuche, besser aber noch die Kalischer'schen lehren, daß ein Teil des Gehirnes speziell zu der Innervation der Beine in Beziehung steht.

Kalischer fand bei allen seinen Vögeln übereinstimmend, daß durch Reizung von dem Gebiete nahe der Mantelkante aus, isolierte Bewegungen der Beine und auch der Flügel ausgelöst werden können. Diese Extremitätenregion liegt medial von der Vallecula. Hier entspringt der Tractus septo-mesencephalicus, den Kalischer für die Extremitätenbahn hält. Jensen, der auf meine Bitte wiederholt diesen Tract durchschnitten hat, fand bei Tauben keine Ausfallerscheinungen nach der Operation, Kalischer berichtet von solchen. Kalischer hat auch nach Wegnahme einzelner Rindenstücke isolierte Paresen und Bewegungsstörungen in den Flügeln, Beinen, Augenmuskeln gesehen.

Dem Stammganglion ist man bisher physiologisch noch kaum näher getreten. Es wird von Interesse sein, bei den Vögeln, wo es die Hauptmasse des ganzen Gehirnes ausmacht, seine einzelnen Teile auf ihre Funktion zu prüfen. Dem Ektostriatum, welches zuerst von allen Teilen des ganzen Großhirnes markhaltige Fasern erhält oder aussendet, kommt sicher eine funktionell vom übrigen abweichende Stellung zu.

Offenbar haben wir hier erste kleine Bruchstücke eines Gebietes, das nun, nach besserer Erkenntnis der anatomischen Grundlagen, wohl leichter auszubauen ist.

Es ist merkwürdig, daß noch Niemand versucht hat, das reiche Material, welches über das sogenannte Seelenleben der Vögel bereits in Bruchstücken vorliegt, irgendwie zu vereinen uud vor Allem kritisch zu sichten. Gewiß können wir Menschen uns gar keine Vorstellung machen, welcher Natur die Vorgänge und Empfindungen sind, zu denen ein Gehirn die Unterlage abgiebt, welches von dem Säugergehirn toto sensu verschieden ist. Aber wir können doch wohl analysieren und studieren was wir von Äußerungen dieses Innenlebens beobachten, wir können es in unsere Sprache übersetzen, mit uns Bekanntem vergleichen. Auch so wird ein Nutzen, ein Fortschritt in der Erkenntnis geschaffen werden.

Wie alle Gehirne ist sicher auch das Vogelgehirn ein in sich vollendeter Apparat, der vollkommen ausreicht, das zu leisten, was das betreffende Individium zu seiner Existenz braucht. In diesem Sinne kann man nie, wie es gern beliebt wird, von höher oder niederer ausgebildeten Gehirnen sprechen. Aber wir wissen, daß auch bei den Vögeln sehr beträchtliche Differenzen in der geistigen Leistungsfähigkeit vorkommen. Dem entspricht, wie man schon jetzt erkennt, eine verschieden große Kompliziertheit des Hirnbaues. Wahrscheinlich kann man in Verfolg solcher Studien wie ich sie hier mitgeteilt habe und unter Vergleichung der geistigen Leistung der einzelnen Familien allmählich zu verbesserten Grundlagen einer vergleichenden Psychologie kommen.

So am Schlusse der Mitteilung einer Arbeit angelangt, die mich und meine Mitarbeiter durch lange Jahre beschäftigt hat, erkenne ich wohl, wie nur ein kleiner Teil der gestellten Aufgaben annähernd gelöst ist, wie aber neue und interessante sich in Menge darbieten, Aufgaben an deren Lösung man nun erst herantreten kann.

Frankfurt a. Main im Dezember 1902.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—7 Frontalschnitte durch das Gehirn von *Columba domestica*. Markscheidenfärbung.

Tafel II.

Fig. 1—3 von *Machaetes pugnax*. Fig. 3 ganz medial
Fig. 4 von *Passer domesticus*, ziemlich weit lateral } Sagittalschnitte.
Fig. 5 Frontalschnitt von *Palaeornis rosa*, dicht vor der Commissura anterior.

Tafel III.

Horizontalschnitte.

Fig. 1 u. 2 von *Columba domestica*, links Hämatoxylinfärbung der Fasern, rechts Methylenblaufärbung der Zellen.
Fig. 3 von *Bolborhynchus lin.*, dicht am Basis. Umschlagstelle des Tr. septo-mesencephalicus.
Fig. 4 dasselbe, etwas weiter ventral, Endigung eines Teiles des Tractus occipito-mesencephalicus.
Fig. 5 u. 6 zwei Frontalschnitte von *Liothrix lutens*, zur Demonstration der Bildung der Capsula int.

Tafel IV.

Diese Tafel soll besonders die Differenzen im Aufbau des Gehirnes einzelner Arten zeigen.

Fig. 1—4 *Anser vulgaris*. Frontalschnitte. Markscheidenfärbung.
In Fig. 1 u. 2 links die Degeneration angezeichnet, welche nach Abschneiden des Lobus olfactorius eingetreten ist.
Fig. 5 Frontalschnitt durch Vorder- und Zwischenhirn von *Oriolus gallecula*.
Fig. 6 Frontalschnitt durch das Vorderhirn von *Sylvia hortensis*. Nur das Bündel aus dem Ektostriatum ist markhaltig.
Fig. 7 Dasselbe. Schnitt durch den Thalamus.
Fig. 8 Horizontalschnitt durch das Gehirn des Huhnes, 4– 5 Wochen nach dem Auskriechen.
Fig. 9 Frontalschnitt von *Erythacus rubeculus*.
Fig. 10 Frontalschnitt von *Sturnus (Lamprothornis) aeneus*.
Fig. 11 dasselbe, weiter frontal.

Tafel V.

Frontalschnitt von *Brotogeryx xanthoptera* (Papagei).

Tafel VI.

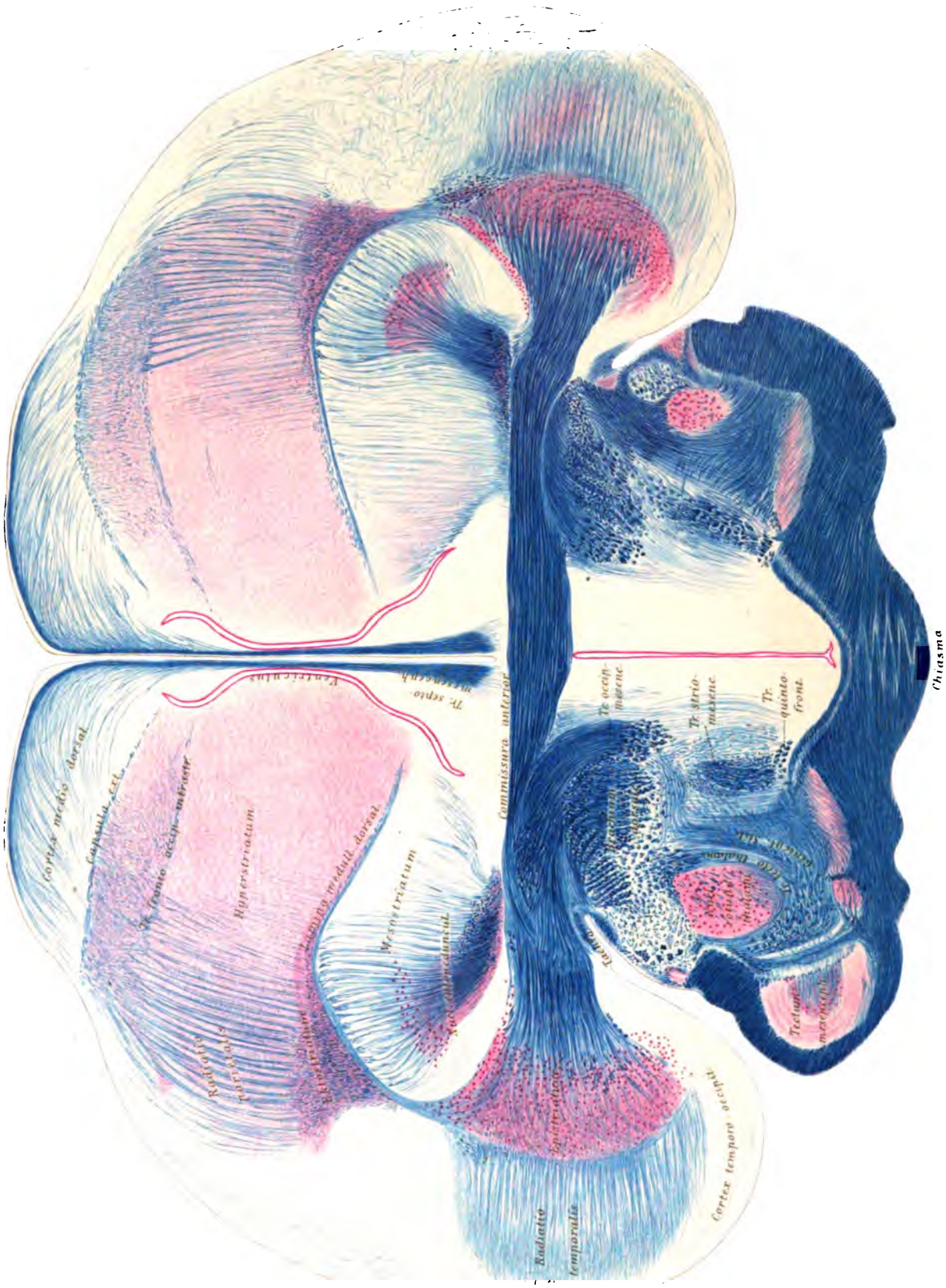
Sekundäre Entartung nach Verletzung bestimmter Hirnteile. *Columba domestica.*

Fig. 1 Entartung des tractus fronto-epistriaticus.
Fig. 2 Entartung des tractus septo-mesencephalicus.
Eig. 3 Entartung des tractus thalamo-frontalis, pars medialis.
Fig. 4 dasselbe. Pars lateralis.
Fig. 5 Entartung des tractus strio-thalamicus dorsalis lateralis.

Tafel VII.

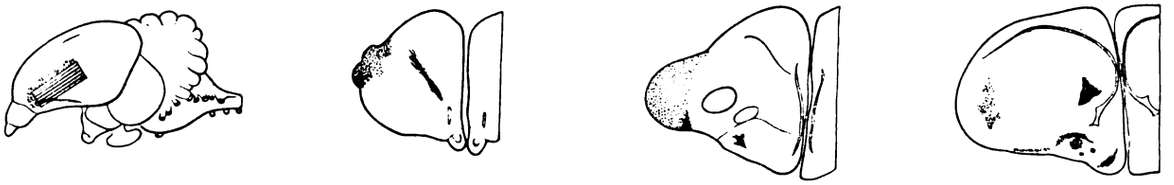
Sekundäre Entartung nach Verletzung bestimmter Hirnteile. *Columba domestica.*

Fig. 1 Entartung des tractus occipito-mesencephalicus.
Fig. 2 u. 3 Entartung des tractus strio-mesencephalicus.
Fig. 4 Entartung des isthmo-frontalis, nach Stich in das Ganglion isthmi.
Fig. 5 Entartung des tractus cortico-habenularis.
Fig. 6 von *Anser vulgaris,* Durchschneidung der Commissura anterior und des medialsten Teiles des Tractus fronto-epistriaticus.

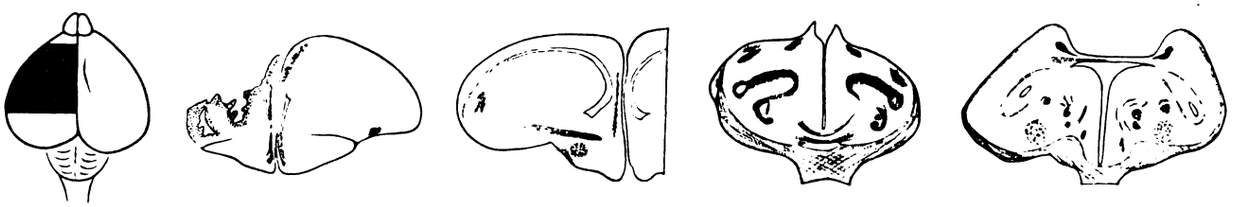


Protogeryx xanthoptera, *Frontalschnitt.*

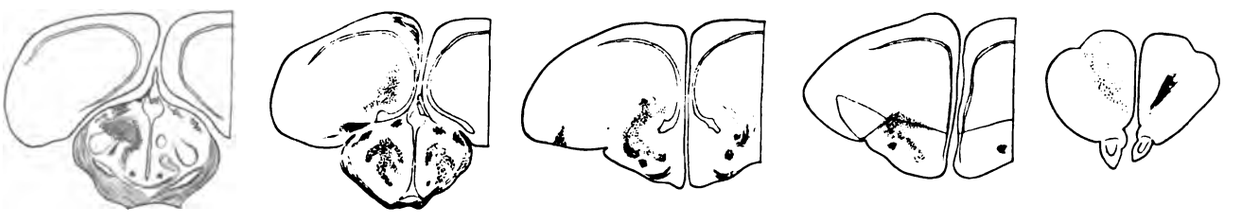
Taube



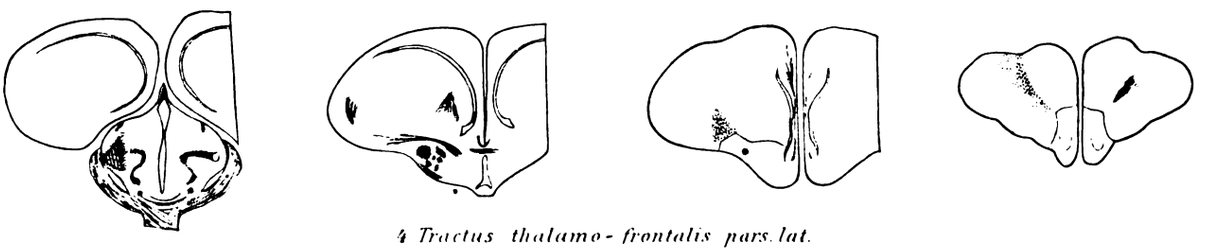
1 Tractus fronto-epistriaticus



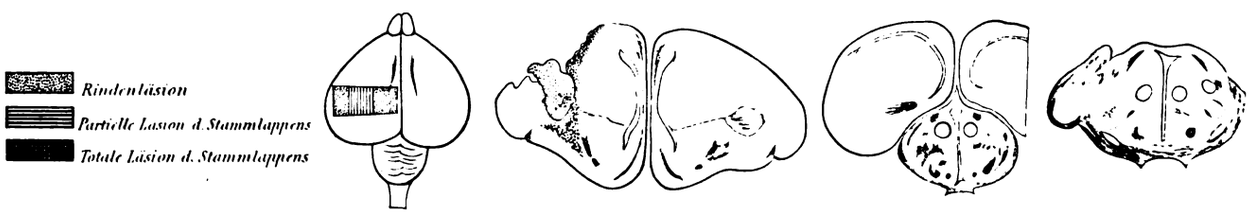
2 Tractus septo-mesencephalicus



3 Tractus thalamo-frontalis pars. med



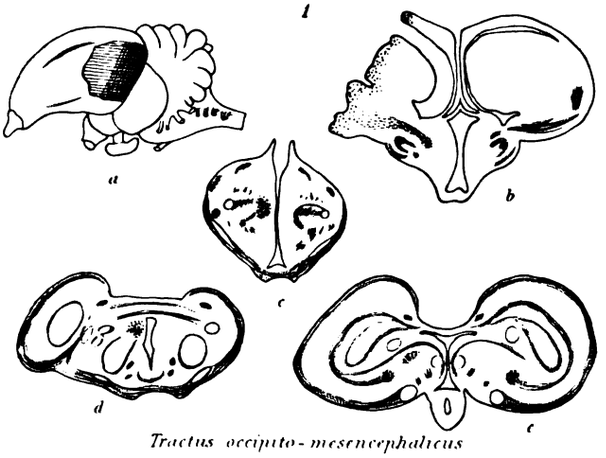
4 Tractus thalamo-frontalis pars. lat.



5 Tractus strio-thalamicus dors. lat.

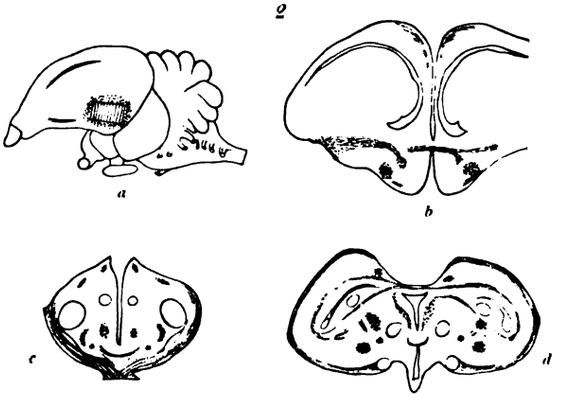
Taube

1



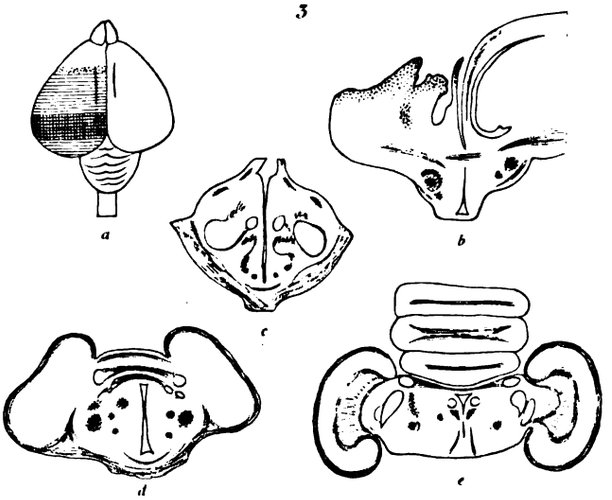
Tractus occipito-mesencephalicus

2



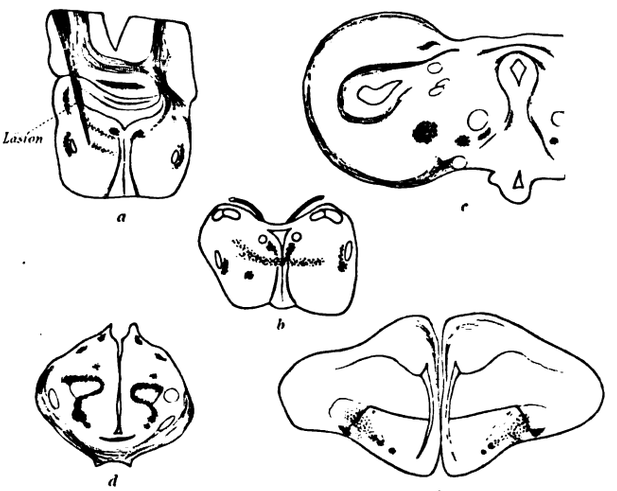
Tractus strio mesencephalicus *Ektostriatumantheil*

3



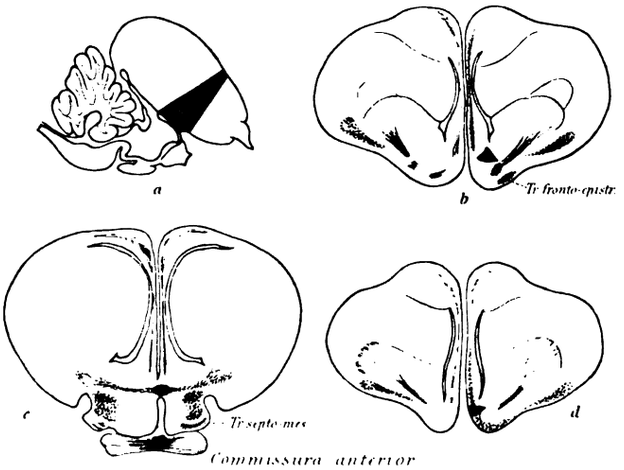
Tractus strio-mesencephalicus *Hyperstriatumantheil*

4



Anser vulg.

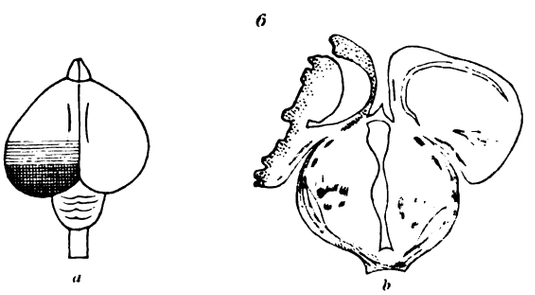
5



Commissura anterior

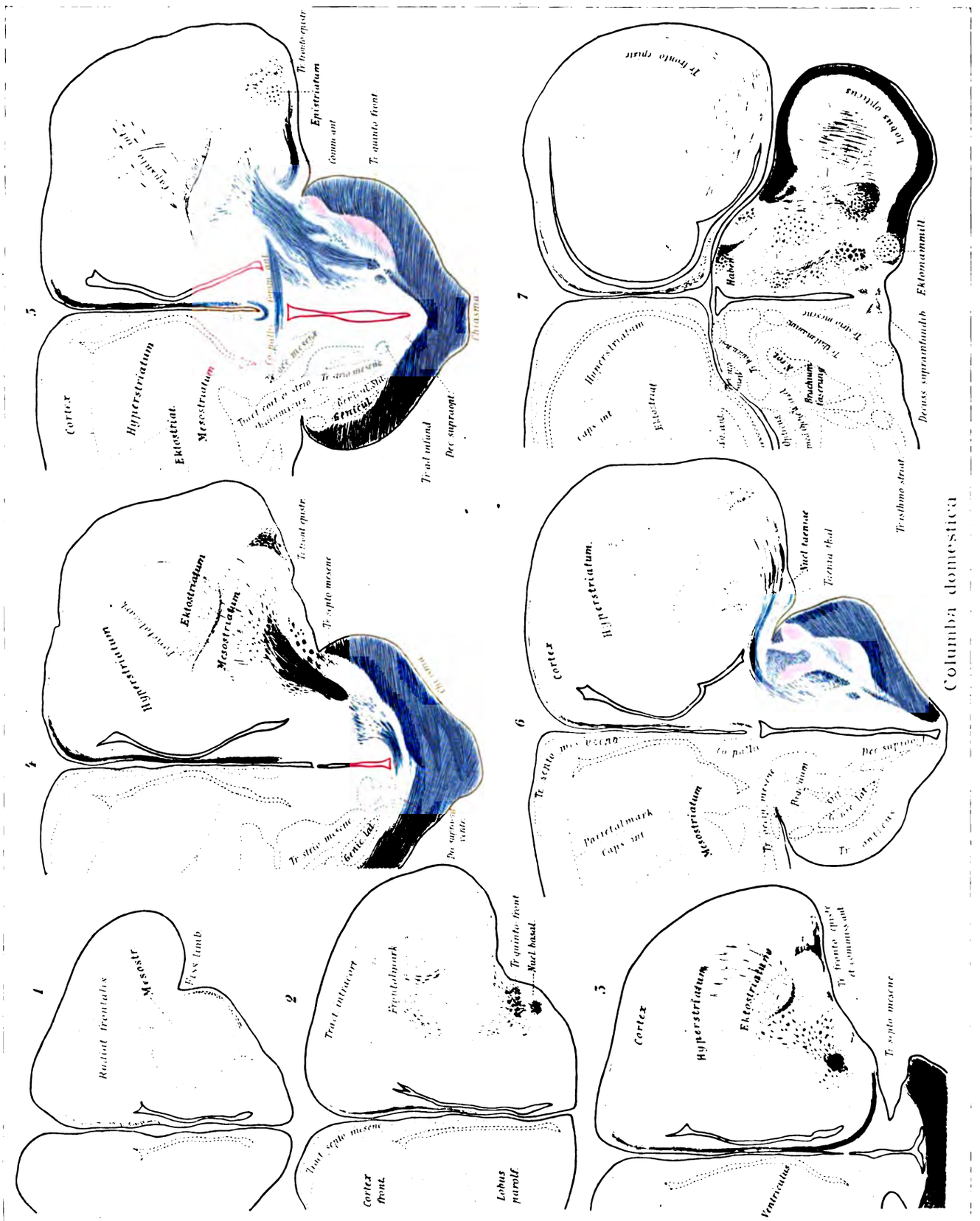
Tractus quinto frontalis

6

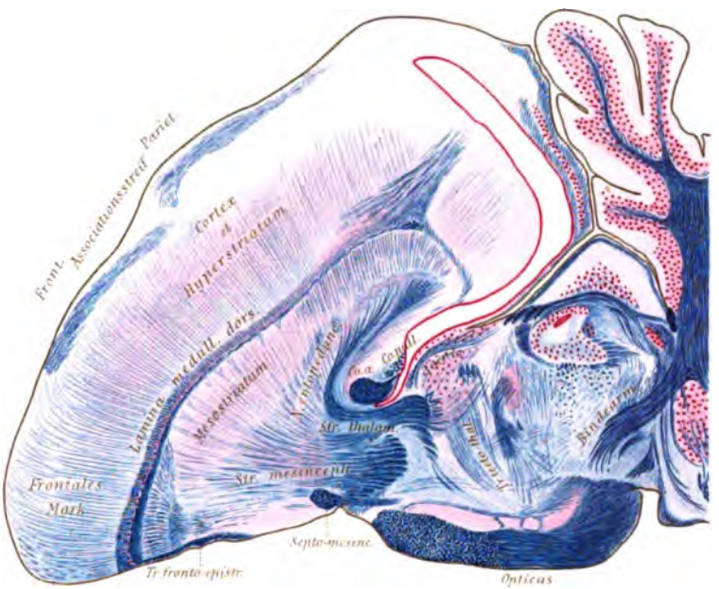


Tractus cortico-habenularis

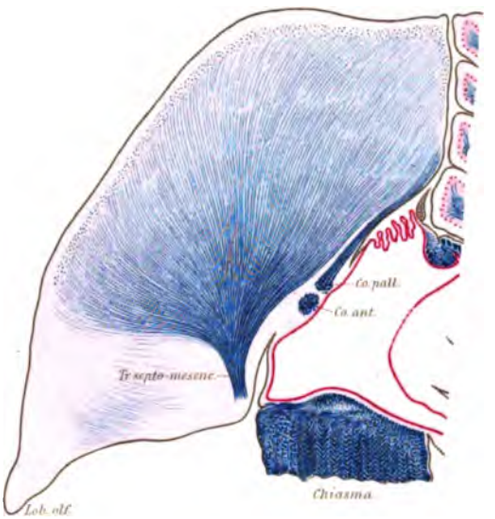
Edinger: Vorderhirn der Vögel.



Edinger: Vorderhirn der Vögel.

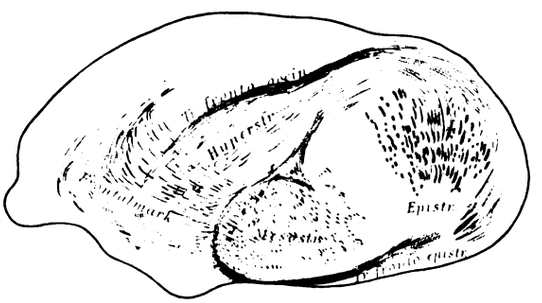


2



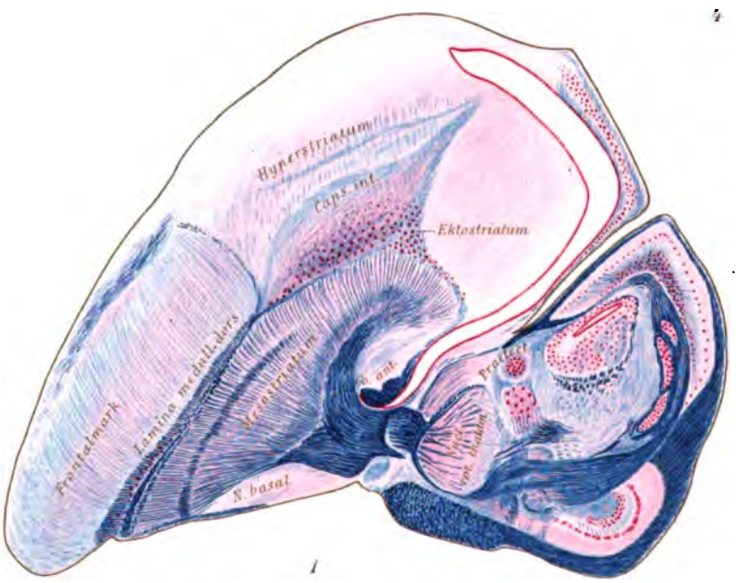
3

1-3 Sagittalschnitte
von Machaetes pugnax
1 lateral 3 medial

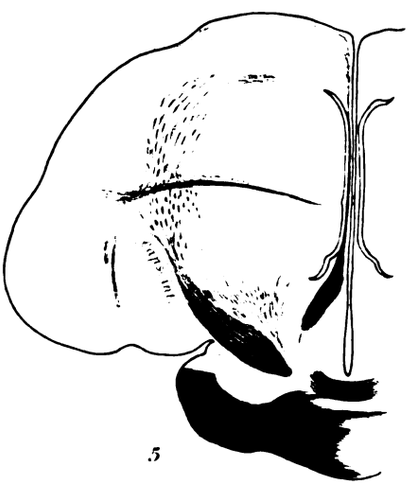


4

Passer dom. *sagittal.*

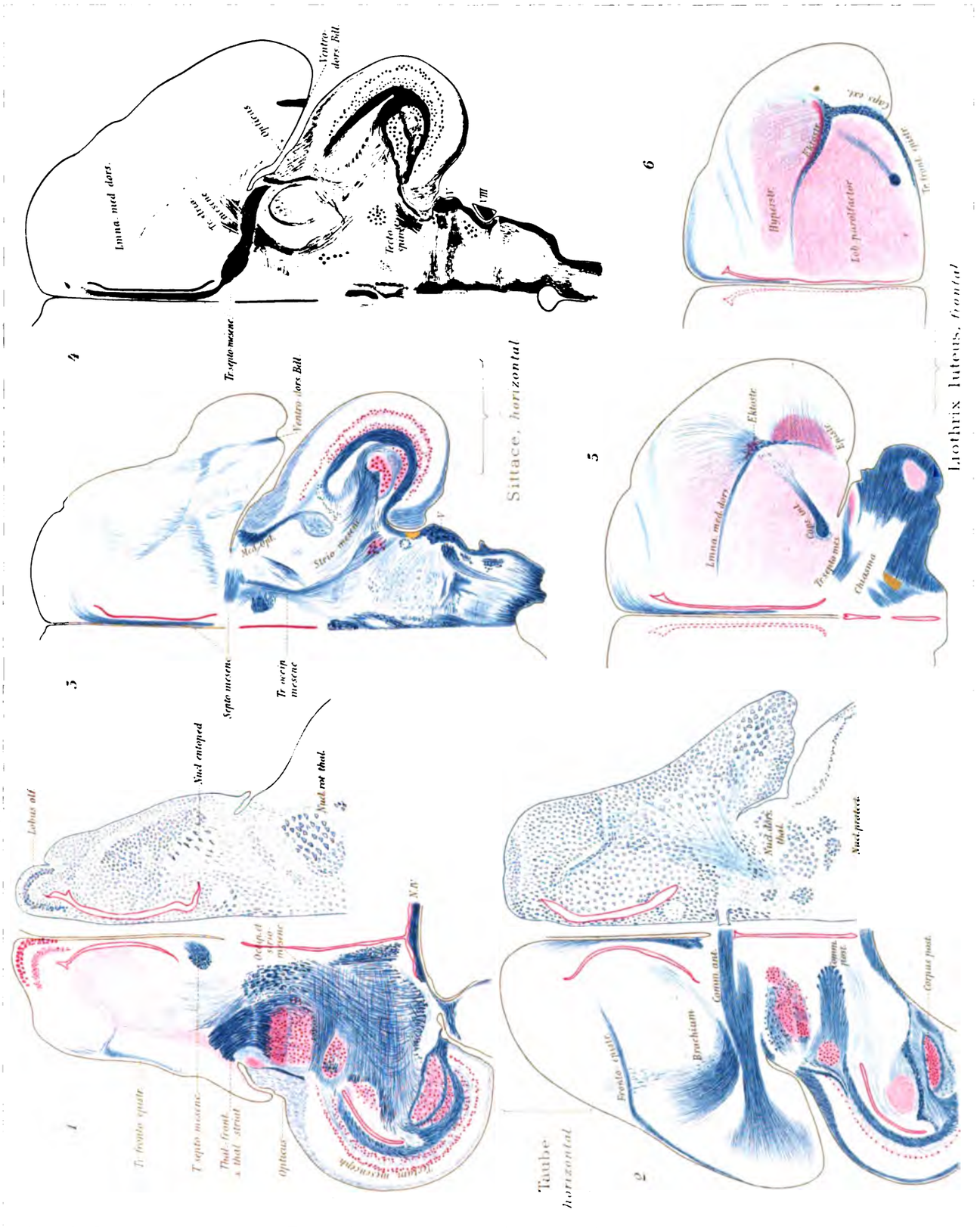


1

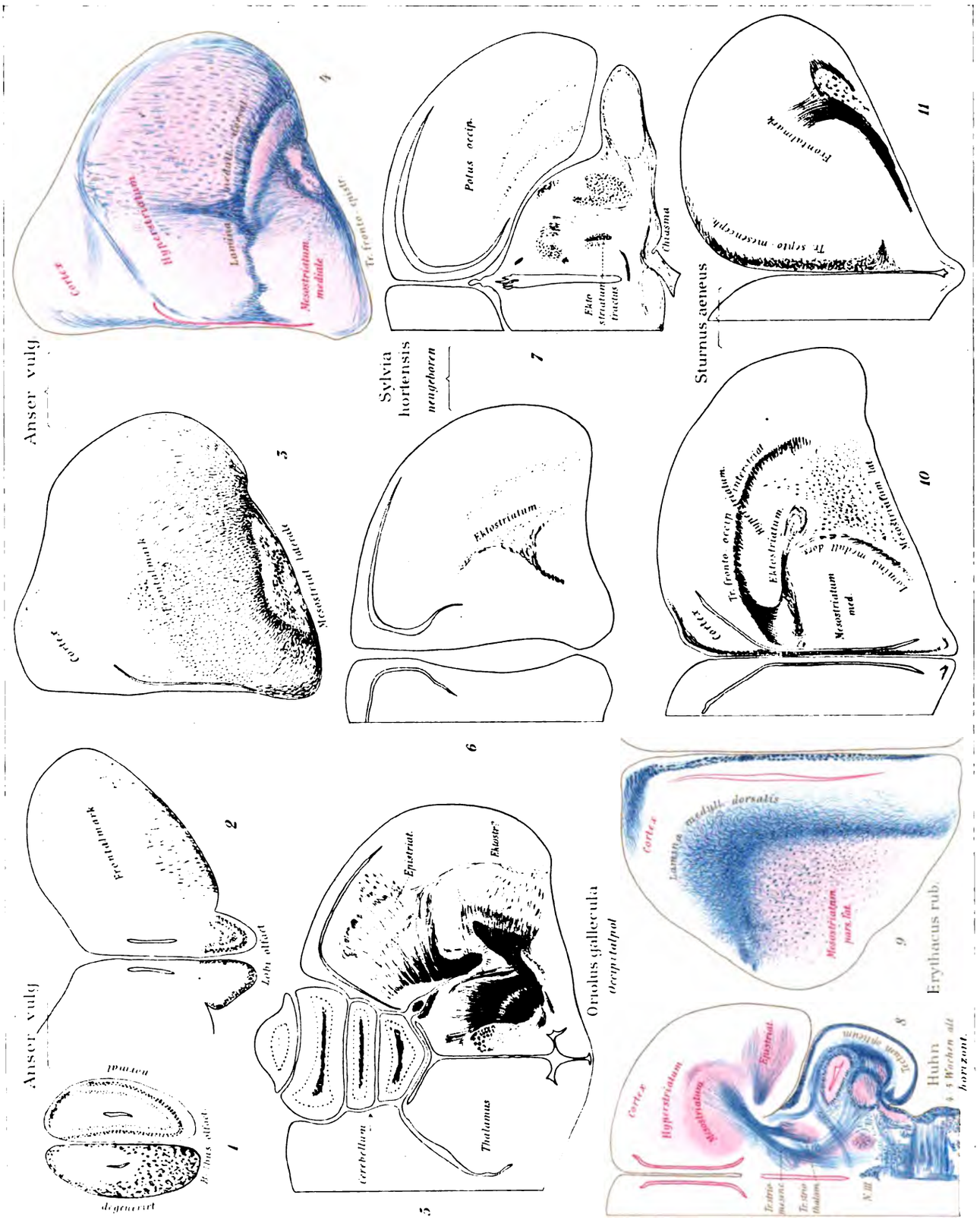


5

Palaeornis rosa. *frontal.*

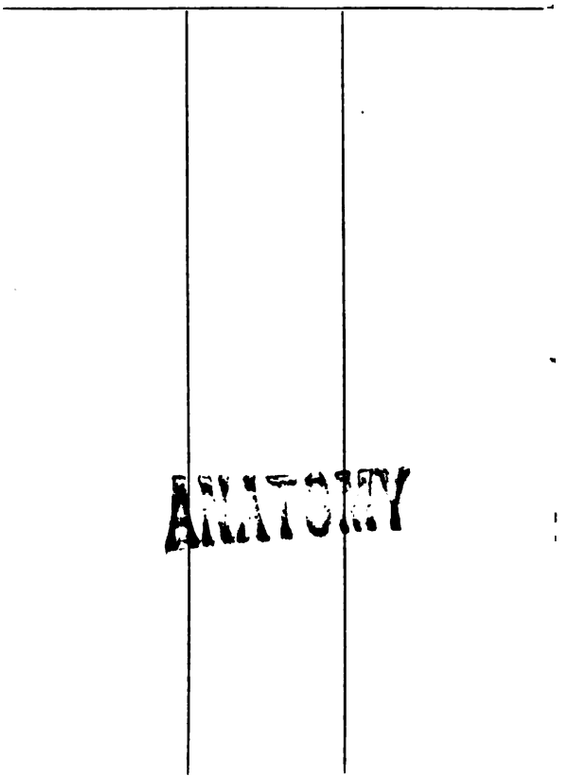


Edinger: Vorderhirn der Vögel.



Edinger: Vorderhirn der Vögel.

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below



QL
933
E23
1899/
1903
[v.2]
Lane
Storage

82956

ANATOMY